





BEST AVAILABLE COPY**Brake pressure control device for a road vehicle**

Patent number: DE4234041
Publication date: 1994-03-17
Inventor: NELL JOACHIM DIPL ING (DE); STEINER MANFRED DIPL ING (DE); COERMANN GEORG (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- **international:** B60T8/44; B60T13/52; B60T8/00
- **europaen:** B60T8/32D14D; B60T8/44B; B60T13/52; B60T13/565; B60T13/575; B60T13/66
Application number: DE19924234041 19921009
Priority number(s): DE19924234041 19921009

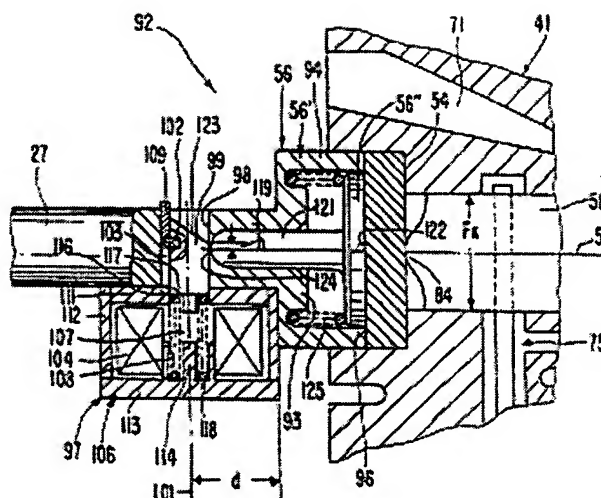
Also published as:

 US5367942 (A1)
 JP6191395 (A)
 GB2271402 (A)
 FR2696698 (A1)

Abstract not available for DE4234041

Abstract of corresponding document: **US5367942**

A brake pressure control device for a road vehicle with a hydraulic brake system has a pneumatic braking force amplifier which is provided with a switch-over device which switches over the braking force amplifier to operation with increased amplification factor when the speed with which the driver actuates the brake pedal exceeds a threshold value ϕ s. In the axial force transmission train leading from the brake pedal via a reaction piston of the control part, via a reaction element and via the actuating piston of the braking force amplifier to the main cylinder. A rigid force transmission element is in mechanical parallel connection to a flexible transmission element and associated with which there is a position engaged in the force transmission train as the basic position for the judicious braking operation, and an actuation device, which responds when the threshold value ϕ s of the pedal actuation speed is exceeded and then disengages the distance piece from its supporting position.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 42 34 041 C 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 60 T 8/44
B 60 T 13/52
B 60 T 8/00

②1 Aktenzeichen: P 42 34 041.1-21
②2 Anmeldetag: 9. 10. 92
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 3. 94

DE 42 34 041 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:

Nell, Joachim, Dipl.-Ing., 7302 Ostfildern, DE;
Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 7057 Winnenden, DE;
Coermann, Georg, 7000 Stuttgart, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 08 496 A1

⑤4 Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug

⑤7 Bei einer Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Bremsanlage mit einem pneumatischen Bremskraftverstärker, der mit einer Umschalteneinrichtung versehen ist, die den Bremskraftverstärker auf einen Betrieb mit erhöhtem Verstärkungsfaktor umschaltet, wenn die Geschwindigkeit, mit der der Fahrer das Bremspedal

betätigt, einen Schwellenwert \dot{v}_s überschreitet, ist in dem vom Bremspedal über einen Reaktionskolben des Steuerteils, ein Reaktionselement sowie den Antriebskolben des Bremskraftverstärkers zum Hauptzylinder führenden, axialen Kraftübertragungsstrang in mechanischer Parallelschaltung zu einem nachgiebigen Übertragungselement ein starres Kraftübertragungselement vorgesehen, dem für den Zielbremsbetrieb eine in den Kraftübertragungsstrang eingerückte Position als Grundstellung zugeordnet ist, sowie eine Betätigungseinrichtung, die auf das Überschreiten des

Schwellenwertes \dot{v}_s der Pedalbetätigungsgeschwindigkeit anspricht und hierauf das Distanzstück aus seiner Stützposition ausrückt.

DE 42 34 041 C 1

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung bei einer Bremsanlage, bei der zur Erzeugung der in die Radbremsen einzukoppelnden Bremsdrücke ein Hauptzylinder vorgesehen ist, der mittels eines pedalgesteuerten, pneumatischen Bremskraftverstärkers betätigbar ist, ist mit einer auf das Betätigungsverhalten des Fahrers ansprechenden Umschalteneinrichtung versehen, die eine selbsttätige Umschaltung des Bremskraftverstärkers von einem für eine Zielbremsung bedarfsgerechten Wert des Verstärkungsfaktors auf einen höheren, für eine Vollbremsung bedarfsgerechten Wert des Verstärkungsfaktors mindestens für den Fall vermittelt, daß die Geschwindigkeit ϕ mit der der Fahrer das Bremspedal in der einleitenden Phase einer Bremsung betätigt einen Schwellenwert ϕ_s überschreitet. Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung ist Gegenstand der, auf eine ältere Anmeldung zurückgehenden DE 42 08 496 A1.

Bei dieser Bremsdruck-Steuereinrichtung ist der Vakuum-Bremskraftverstärker mit einer Magnetventilanordnung versehen, die durch Ansteuerung mit einem elektrischen Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit aus einer Grundstellung, in der ein Steuerkanal des Steuerteils des Bremskraftverstärkers über den ein Druckausgleich zwischen der Unterdruckkammer und der Antriebskammer des Bremskraftverstärkers erfolgen kann, mit der Unterdruckkammer in kommunizierender Verbindung steht, die Antriebskammer jedoch gegen die Außenatmosphäre abgesperrt ist, in eine erregte Funktionsstellung steuerbar ist, in der die Antriebskammer des Bremskraftverstärkers über einen in dieser Funktionsstellung freigegebenen Durchflußpfad der Magnetventilanordnung mit dem Umgebungsdruck beaufschlagt ist, der Steuerkanal jedoch gegen die Unterdruckkammer abgesperrt ist. Die Grundstellung der Magnetventilanordnung ist dem nicht betätigten Zustand der Bremsanlage sowie deren Zielbremsbetrieb zugeordnet. Die Ventilanordnung wird in ihre erregte Stellung umgeschaltet, wenn bei der Betätigung des Bremspedals der Schwellenwert ϕ_s der Betätigungsgeschwindigkeit überschritten wird. Der Steuerkanal des Steuerteils ist über eine flexible Leitung und eine Durchführung des Gehäuses der Unterdruckkammer nach außen geführt. Das Magnetventil ist im Außenraum der Unterdruckkammer angeordnet und verbindet in seiner Grundstellung diese Durchführung mit einer zweiten, in die Unterdruckkammer zurückführenden Durchführung. In der bei Ansteuerung mit einem für das Überschreiten des Schwellenwertes ϕ_s der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals charakteristischen Ausgangssignal eingenommenen erregten Funktionsstellung des Magnetventils wird die erste Durchführung gegen die zweite Durchführung abgesperrt und diese dafür mit der Außenatmosphäre verbunden, so daß der Bremskraftverstärker mit maximaler Bremskraftverstärkung arbeitet.

Die insoweit erläuterte Bremsdruck-Steuereinrichtung ist in funktioneller Hinsicht mit dem Nachteil behaftet, daß bei einem Ansprechen der Umschalteneinrichtung die Bremskraft-Erhöhung gleichsam ruckartig erfolgt und für eine Mindest-Ansprechzeit eine Beeinflussung der Bremskraft durch den Fahrer praktisch ausgeschlossen ist, was zumindest den Fahrkomfort bei einer

Bremsung erheblich beeinträchtigen kann. In konstruktiver Hinsicht ist nachteilig, daß das außerhalb des Gehäuses des Bremskraftverstärkers angeordnete Magnetventil erheblichen Bauraum benötigt, der bei der üblichen Anordnung der Verstärker-Hauptzylereinheit im oberen, rückwärtigen Teil des Motorraumes, wo vielfach auch noch die Hydraulik-Einheit eines Antiblockiersystems untergebracht ist, das in Kombination mit der Bremsdruck-Steuereinrichtung erforderlich ist, kaum bereitgestellt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuereinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß sie bei verbessertem Ansprechverhalten im Sinne einer besseren Dosierbarkeit der Bremskraft bzw. Fahrzeugverzögerung gleichwohl mit geringem Raumbedarf realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Eine vorteilhafte Eigenschaft der erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung besteht darin, daß die Bremskraft nach einem Ansprechen der Umschalteneinrichtung weiterhin proportional zur Steuerkraft bleibt, mit der der Fahrer eine bestimmte Fahrzeugverzögerung einsteuern möchte und damit die Bremskraft auch dosierbar bleibt. Vorteilhaft ist weiter, daß die zur Realisierung der Umschalteneinrichtung benötigten Funktionselemente mit kleinem Bauvolumen realisierbar und in das Steuerteil des Bremskraftverstärkers ohne weiteres integrierbar sind, der somit einschließlich der Bremsdruck-Steuereinrichtung nicht mehr Bauvolumen benötigt, als ein konventionelles Bremsgerät.

Wenn, wie gemäß Anspruch 2 vorgesehen, das Reaktionselement als eine elastische oder quasi-elastische Scheibe ausgebildet ist, die sich, in einen durch die Druckstange einerseits und den Reaktionskolben andererseits axial begrenzten Raum eingesperrt, annähernd wie ein Hydraulikmedium verhält, so sind anhand des durch die weiteren Merkmale des Anspruchs 2 umrissenen Konstruktionsprinzips besonders einfache und funktionssichere Gestaltungen der Umschalteneinrichtung der Bremsdruck-Steuereinrichtung erzielbar.

Für die durch die Merkmale der Ansprüche 3 und 4 in näheren Einzelheiten angegebenen Gestaltungen derartiger Umschalteneinrichtungen, bei denen eine zweiteilige Gestaltung einer Flanschordnung vorgesehen ist, mit der die Übertragung der Betätigungskraft auf den Hauptzylinder der Bremsanlage vermittelnde Druckstange axial an der Reaktionsscheibe des Bremskraftverstärkers abgestützt ist, wobei die Flanschelemente dieser Flanschordnung über ein Distanzstück axial aneinander abstützbar sind, durch dessen Ausrücken aus der Abstützposition der Verstärker auf einen höheren Wert des Verstärkungsfaktors umschaltbar ist, ist durch die Merkmale des Anspruchs 5 eine besonders einfache Gestaltung einer diesbezüglich erforderlichen Betätigungseinrichtung als Steuer magnet angegeben, dessen beweglicher Anker durch das Distanzstück gebildet ist.

Wenn dieses Distanzstück eine schräg verlaufende freie Endstirnfläche mit der im Anspruch 6 angegebenen geeigneten Orientierung hat, so ist die gemäß Anspruch 7 vorgesehene Gestaltung und Anordnung dieses Distanzstückes bezüglich der Flanschelemente geeignet, eine sichere Abstützung der Flanschelemente aneinander zu erzielen und trotzdem mit kleinen Ausrückhuben des Distanzstückes auszukommen, da ab ei-

nem Mindestbetrag des Ausdrückhubes des Distanzstückes aus dessen Abstützposition das Ausrücken aus derselben durch die Verschiebung des das Distanzstück tragenden Flanschelements unterstützt wird.

In Kombination hiermit ist durch die Merkmale des Anspruchs 8 eine besonders vorteilhafte Gestaltung des am Distanzstück angreifenden Flanschteils mit kugelkalottenförmiger Gestaltung und/oder zur Neigung der freien Endstirnfläche des Distanzstückes gleichsam komplementärer kegelförmiger Gestaltung des die Ausrückbewegung des Distanzstückes unterstützenden Flanschteils angegeben.

Anstelle eines radial aus seiner eine starre Abstützung der Flanschteile aneinander vermittelnden Abstützposition ausrückbaren Distanzstückes, kann, wie gemäß Anspruch 8 vorgesehen, ein axial unverrückbares, jedoch drehbares Distanzstück benutzt werden, das an seiner dem axial verschiebbaren Flanschteil zugewandten Seite mit einer Profilierung versehen ist, die, mit einer komplementären Profilierung des beweglichen Distanzstückes in gleiche Orientierung gedreht, ein Ausweichen des beweglichen Distanzstückes in axialer Richtung und dadurch einen Betrieb des Bremskraftverstärkers mit erhöhtem Verstärkungsfaktor ermöglicht. In der dem Teilbremsbetrieb zugeordneten Grundstellung des drehbaren Distanzstückes ist dieses gegenüber dem beweglichen Flanschelement "verdreh", so daß das Distanzstück und das bewegliche Flanschteil mit den äußeren — ebenen — Einhüllenden ihrer Profilierungen aneinander anliegen. Der durch Verdrehen des Distanzstückes frei werdende Hubbereich ist dann gleich der doppelten Profiltiefe der Einzelprofilierungen.

In der gemäß Anspruch 10 vorgesehenen, sehr einfachen Gestaltung solcher Profilierungen ist z. B. das drehbare Distanzstück mit einer radialen Nut und das bewegliche Flanschteil mit einer radialen Rippe versehen.

Anstelle eines blockförmig gestalteten, drehbaren Distanzstückes kann gemäß Anspruch 11 auch ein hülsenförmiges, das axial bewegliche Flanschteil auf einem Abschnitt seiner Länge koaxial umschließendes Distanzstück vorgesehen sein, das eine langlochförmige, schräg zu Bewegungsrichtung des beweglichen Flanschteils verlaufende Kulissenöffnung hat, mit der ein radialer Mitnahmezapfen des beweglichen Flanschteils in Eingriff steht, wobei eine axiale feste und belastbare Abstützung in der dem Teilbremsbetrieb zugeordneten Drehlage — Grundstellung — des Distanzstückes dadurch erzielbar ist, daß die Kulissenöffnung einen kurzen, in Umfangsrichtung verlaufenden Endabschnitt hat, so daß der Mitnahmezapfen an einem quer zur Verschieberichtung des beweglichen Flanschteils verlaufenden Rand der Hülsenöffnung abstützbar ist.

Als Drehantriebe für Umschalteneinrichtungen mit drehbaren Distanzstücken eignen sich insbesondere Schrittmotore, deren Rotor in der durch die Merkmale des Anspruchs 12 im einzelnen angegebenen Weise drehfest mit dem jeweiligen Distanzstück verbunden ist und dadurch in einem begrenzten Winkelbereich drehbar ist. Derartige Schrittmotore sind mit günstig geringen Abmessungen sowohl in axialer wie auch in radialer Richtung realisierbar. Bei Verwendung solcher Schrittmotore ist es auch möglich, sowohl die Ausrück- als auch die Einrückbewegung des jeweiligen Distanzstückes aus der bzw. in die Abstützposition elektrisch zu steuern. Wenn anstelle — oder zusätzlich zu — einer zweiteiligen Flanschanordnung der Druckstange eine

zweiteilige Reaktionskolben-Anordnung vorgesehen ist, die ein zentral an der Reaktionsscheibe angreifendes erstes Reaktionskolbenelement umfaßt, an dem der Pedalstößel angreift, sowie ein zweites, als Ringkolben ausgebildetes Reaktionskolbenelement, das mit einer den zentralen Flächenbereich, an dem das erste Reaktionskolbenelement an der Reaktionsscheibe angreift, koaxial umgebenden Endstirnfläche an der Reaktionsscheibe axial abgestützt ist, wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 13 eine Gestaltung der Umschalteinrichtung erzielt, die auch dann, wenn der Bremskraftverstärker mit seinem erhöhten Verstärkungsfaktor betrieben wird, eine feinfühligte Dosierung der Bremskraft ermöglicht.

In der gemäß Anspruch 14 vorgesehenen, bevorzugten Gestaltung der Umschalteinrichtung ist das Distanzstück als kolbenförmiger Anker eines als Betätigungseinrichtung vorgesehenen Steuermagneten ausgebildet, wobei das Distanzstück gegen die Wirkung einer Rückstellfeder ausrückbar ist, wenn der Steuermagnet bestromt wird.

In Kombination hiermit ist durch die Merkmale des Anspruchs 15 eine Gestaltung des das Distanzstück aufnehmenden Reaktionskolbenelements angegeben, welche die Integration der Betätigungseinrichtung in dieses Reaktionskolbenelement erleichtert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematisch vereinfachte Darstellung einer mit einer Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüsteten Bremsanlage eines Straßenfahrzeuges, zu Erläuterung der Funktion der Bremsdruck-Steuereinrichtung;

Fig. 2 eine erste Gestaltung einer im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung benutzbaren Umschalteinrichtung mit zweiteiligem Flansch der durch den Bremskraftverstärker verschiebbaren, am Hauptzylinder der Bremsanlage gemäß Fig. 1 angreifenden Druckstange und einem Steuermagneten als Betätigungseinrichtung;

Fig. 3 eine weitere Gestaltung einer bei der Bremsdruck-Steuereinrichtung gemäß Fig. 1 einsetzbaren Umschalteinrichtung mit drehbarem Distanzstück;

Fig. 4 einen Schnitt längs der Linie IV-IV der Fig. 3;

Fig. 5 eine funktionell der Umschalteinrichtung gemäß Fig. 3 äquivalente Gestaltung einer Umschalteinrichtung der Bremsdruck-Steuereinrichtung und

Fig. 6 eine im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung gemäß Fig. 1 einsetzbare, weitere Gestaltung der Umschalteinrichtung für den Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers mit zweiteilig ausgebildetem Reaktionskolben und zwischen den Reaktionskolbenelementen angeordnetem Distanzstück.

In der Fig. 1, auf deren Einzelheiten zunächst verwiesen sei, ist insgesamt mit 10 eine hydraulische Zweikreis-Bremsanlage eines durch diese repräsentierten, im übrigen nicht dargestellten Straßenfahrzeuges bezeichnet, in die eine Bremsdrucksteuereinrichtung integriert ist, deren Zweck es ist, aus der Art, wie der Fahrer die Bremsanlage betätigt, zu "erkennen", ob der Fahrer eine mit mäßiger Fahrzeugverzögerung erfolgende Zielbremsung durchführen möchte oder eine Vollbremsung mit möglichst hoher Fahrzeugverzögerung beabsichtigt und, falls letzteres der Fall ist, die Entfaltung einer möglichst hohen Bremskraft selbsttätig zu steuern, die der Fahrer durch Betätigung der Bremsanlage 10 allein, d. h. ohne erhöhte Hilfskraft, zumindest nicht schnell genug,

einsteuern könnte.

Bei der Bremsanlage 10, bei der die Vorderradbrem sen 11 und 12 zu einem Vorderachs-Bremskreis I und die Hinterradbrem sen 13 und 14 zu einem Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt sind, umfaßt ein insgesamt mit 16 bezeichnetes, zur Bremsdruckversorgung der Bremskreise I und II vorgesehenes Bremsgerät einen statischen Tandem-Hauptzylinder 17 und einen pneumatischen Bremskraftverstärker 18 und ist mittels eines Bremspedals 19 betätigbar, mittels dessen der Fahrer die bei einer Bremsung seinem Wunsch entsprechende Fahrzeugverzögerung einsteuert.

Der Tandem-Hauptzylinder 17 hat einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Primär-Ausgangsdruckraum 21 und einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Sekundär-Ausgangsdruckraum 22, die innerhalb des Gehäuses 24 des Hauptzylinders 17 durch einen Schwimmkolben 23 druckdicht axial-beweglich gegeneinander abgegrenzt sind, wobei die zweite axial bewegliche Begrenzung des Primär-Ausgangsdruckraumes 21 durch einen Primärkolben 26 gebildet ist, an dem über eine Druckstange 27, die mittels des pneumatischen Bremskraftverstärkers 18 verstärkte Betätigungskraft angreift, während die zweite axiale Begrenzung des Sekundär-Ausgangsdruckraumes 22 durch eine Endstirnwand 28 des Hauptzylinder-Gehäuses 24 gebildet ist.

Des weiteren ist vorausgesetzt, daß das Fahrzeug mit einem Anti-Blockiersystem für sich bekannter Bauart und Funktion ausgerüstet ist, das bei einer Bremsung — im Bedarfsfall — eine mit dynamisch-stabilem Verhalten des Fahrzeuges verträgliche Bremsdruck-Regelung vermittelt, die auch zu einer optimalen oder zumindest annähernd optimalen Fahrzeugverzögerung führt.

Dieses Antiblockiersystem ist in der Fig. 1 lediglich durch seine schematisch angedeutete Hydraulikeinheit 29 repräsentiert, welche zwischen die den beiden Bremskreisen I und II zugeordneten Druckausgänge 31 und 32 des Tandem-Hauptzylinders und die Vorderradbrem sen 11 und 12 sowie die Hinterradbrem sen 13 und 14 geschaltet ist und — nicht dargestellte — elektrisch ansteuerbare Bremsdruck-Regelventile sowie den Bremskreisen I und II zugeordnete Rückförderpumpen umfaßt.

Eine mehr in die Einzelheiten gehende Erläuterung dieses Anti-Blockiersystems 29, das auf eine aus der Technik der Antiblockiersysteme bekannte, beliebige Weise realisiert sein kann, wird nicht als erforderlich angesehen, da in Verbindung mit der im Rahmen der Bremsanlage 10 vorgesehenen Bremsdruck-Steuereinrichtung grundsätzlich jede Art von Anti-Blockiersystemen geeignet ist.

Das bei der Bremsdruck-Steuereinrichtung der Bremsanlage 10 zur Anwendung gelangende Steuerungsprinzip, das den nachfolgend zu erläuternden Ausführungsbeispielen zugrunde liegt, besteht darin, denn Verstärkungsgrad A des pneumatischen Bremskraftverstärkers 18, definiert als das Verhältnis K_B/K_S der über die Druckstange 27 des Bremskraftverstärkers 18 auf den Primärkolben 26 des Tandem-Hauptzylinders 17 ausübenden Betätigungskraft K_B zu der über den Pedalstößel in den Bremskraftverstärker 18 — im wesentlichen wiederum in axialer Richtung — eingeleiteten Steuerkraft K_S auf einen gegenüber dem für eine Zielbremsung maßgeblichen Wert A_z erhöhten Wert A_v umzuschalten, wenn der Fahrer das Bremspedal 19 sehr schnell betätigt, woraus die Brems-Steuereinrichtung "erkennt", daß der Fahrer eine Vollbremsung einleiten

möchte, zumindest eine hohe Fahrzeugverzögerung wünscht. Dadurch soll im Zuge der Bremsung zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt eine weitestmögliche Aussteuerung des Bremskraftverstärkers 18 erzielbar werden und die hieraus resultierende hohe Bremskraft erforderlichenfalls unter Mitwirkung des Anti-Blockiersystems 29 dahingehend begrenzt werden, daß dynamisch stabiles Verzögerungsverhalten des Fahrzeuges gewährleistet bleibt.

Bevor anhand der weiteren Fig. 2 bis 6 Einzelheiten von zur Umschaltung auf erhöhte Verstärkungsfaktoren A des Bremskraftverstärkers 18 geeignete Umschalteneinrichtungen erläutert werden, sei zunächst auf dessen Aufbau und Funktion eingegangen, wie — im Prinzip — bei sämtlichen Ausführungsbeispielen vorausgesetzt.

Der pneumatische Bremskraftverstärker 18 ist als — einfach wirkender — pneumatischer Zylinder ausgebildet, der einen eine Antriebskammer 34 gegen eine Unterdruckkammer 36 druckdicht beweglich abgrenzenden Antriebskolben 37 hat, der über die Druckstange 27 axial am Primärkolben 26 des Tandem-Hauptzylinders 18 angreift. Die Unterdruckkammer 36 des Bremskraftverstärkers 18 ist über einen Anschlußstutzen 38 mit dem nicht dargestellten Ansaugstutzen des Fahrzeugmotors verbunden, so daß, wenn der Fahrzeugmotor in Betrieb ist, in der Unterdruckkammer 36 ein Druck von etwa 0,3 bar herrscht, d. h. ein Druck, der um 0,7 bar niedriger ist als der atmosphärische Umgebungsdruck.

Der radial innere, zentrale Teil des Antriebskolbens 37 ist durch das insgesamt mit 39 bezeichnete im wesentlichen topfförmig gestaltete Gehäuse eines insgesamt mit 41 bezeichneten Steuerteils des Bremskraftverstärkers 18 gebildet, das seiner Funktion nach ein Proportionalventil ist, mittels dessen ein zu der Kraft K_p mit der der Fahrer das Bremspedal 19 betätigt, proportionaler Druck in die Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 einkoppelbar ist, wobei der Maximalwert dieses Druckes dem Umgebungsdruck (1 bar) entspricht. Der pneumatische Bremskraftverstärker 18 ist so ausgelegt, daß sein Verstärkungsfaktor einen Wert um 4 hat, d. h. die über die Druckstange 27 auf den Primärkolben 26 des Tandem-Hauptzylinders 17 eingeleitete Betätigungskraft K_B etwa den vierfachen Betrag der über den Pedalstößel 33 in das Steuer-teil 41 eingeleiteten Steuerkraft K_S hat, welche ihrerseits der mit der Pedalübersetzung multiplizierten Kraft K_p entspricht, mit der der Fahrer das Bremspedal 19 betätigt.

Das topfförmige Gehäuse 39 des Steuerteils 41 hat einen massiven, blockförmigen Boden 43, von dem, zum Bremspedal 19 hinweisend der Mantelbereich 44 des topfförmigen Gehäuses 39 ausgeht und andererseits, zum Antriebskolben 37 des Bremskraftverstärkers 18 hinweisend einen sich konisch erweiterender Flansch 46, der druckdicht an den inneren Rand des der Grundform nach kreisscheibenförmigen Antriebskolbens 37 anschließt, dessen äußerer Randbereich 47 über eine Rollmembran 48, die im äußersten peripheren Randbereich die Abgrenzung der Unterdruckkammer 36 gegen die Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 vermittelt, dicht an dessen insgesamt mit 49 bezeichnetes Gehäuse anschließt.

Der Tandem-Hauptzylinder 17 ist in koaxialer Anordnung bezüglich der zentralen Längsachse 51 des Bremskraftverstärkers 18 druckdicht an dessen die gehäusefeste Begrenzung der Vakuumkammer 36 bildendes Gehäuseteil 49' angesetzt und ragt mit seinem rohrförmigen

gen, den Primärkolben 26 aufnehmenden Endabschnitt 24' in die Vakuumkammer 36 des Bremskraftverstärkers 18 hinein.

Das blockförmige Bodenteil 43 des Gehäuses 39 hat eine zentrale Durchgangsbohrung 52, die in eine flach-topfförmige, an der dem Hauptzylinder 17 zugewandten Seite des Steuerteilgehäuses 39 angeordnete Vertiefung 53 des Steuerteilgehäuses 39 mündet, in die ein den größten Teil des Innenraumes dieser topfförmigen Vertiefung ausfüllendes, dickwandig-kreisscheibenförmiges elastisches Reaktionselement 54 eingesetzt ist, das, die vakuumkammer-seitige Mündungsöffnung der Durchgangsbohrung 52 des blockförmigen Bodenteils 43 abdeckend, an der diese Mündungsöffnung umgebenden radialen Ringschulter dieses Bodenteils 43 großflächig anliegt, wobei die Anlagefläche der dreifachen lichten Querschnittsfläche der zentralen Durchgangsbohrung 52 des Bodenteils 43 entspricht.

An dem Reaktionselement 54 ist die zur Einleitung der Betätigungskraft K_B in das Bremsgerät vorgesehene Druckstange 27 mit einem Flansch 56 abgestützt, dessen Anlagefläche mit der Reaktionsscheibe 54 deren Grundfläche entspricht. Die Druckstange 27 wird auch in nicht betätigtem Zustand der Bremsanlage durch die — nicht dargestellten — Rückstellfedern des Tandem-Hauptzylinders 17 in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gehalten und ist durch eine Fesselhülse 57 gegen ein Ausrücken aus der Vertiefung 53 des blockförmigen Bodens 43 des Steuerteilgehäuses 42 gesichert.

In der zentralen Durchgangsbohrung 52 des Steuerteilgehäusebodens 43 ist ein insgesamt mit 58 bezeichneter Reaktionskolben axial verschiebbar geführt, auf den bei einer Betätigung der Bremsanlage 10 über den Pedalstößel 33 die in Richtung des Pfeils 60 angreifende Steuerkraft K_S wirkt.

Das blockförmige Bodenteil 43 des Steuerteilgehäuses 39 ist mit einer zur Pedalseite hin offenen Ringnut 59 versehen, deren radial äußere Begrenzung durch die Innenseite des rohrförmigen Mantelteils des Steuerteilgehäuses 39 gebildet ist. Die radial innere Begrenzung der Ringnut 59 ist durch eine Ringrippe 61 gebildet, welche die radiale Begrenzung einer zylindrisch-topfförmigen Vertiefung 62 des blockförmigen Bodenteils 43 bildet, innerhalb derer zentral die Durchgangsbohrung 52 mündet, in welcher der Reaktionskolben 58 verschiebbar geführt ist.

Innerhalb des in axialer Richtung der Ringrippe 61 benachbarten Bereiches des Mantels 44 des Steuerteilgehäuses 39 ist eine in eine Dichtmanschette 63 eingearbeitete Ringscheibe 64 angeordnet, welche über die Dichtmanschette dicht an den Mantel 44 des Steuerteilgehäuses 39 anschließt und mit radialem Verlauf ihrer Scheibenebene axial beweglich ist und durch eine an einer Ringschulter des Pedalstößels 33 abgestützte Ventiltfeder 66 in dichtende Anlage mit der — schmalen — Rinnstirnfläche 67 der Ringrippe 61 des blockförmigen Bodenteils 43 des Steuerteil-Gehäuses 39 gedrängt wird.

Der in einer sackförmigen Vertiefung das Kugelkopf-Ende des Pedalstößels 33 aufnehmende, in die topfförmige Vertiefung 62 des blockförmigen Bodenteils 43 hineinragende pedalseitige Endabschnitt des Reaktionskolbens 58 hat innerhalb dieser Vertiefung einen radialen Endflansch 68, dessen Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser der durch die Ringrippe 61 begrenzten Vertiefung 62, jedoch größer als der Innendurchmesser der in die Dichtmanschette 63 eingebetteten Ringscheibe 64. Der radiale Endflansch 68 des Reak-

tionskolbens 58 hat im peripheren Bereich seiner der Ringscheibe 64 zugewandten Stirnfläche eine axial geringsfügig vorspringende Ringrippe 69, mit der der Reaktionskolben an einem radial inneren, als Dichtfläche wirkenden Bereich der von der Manschette 63 umschlossenen Ringscheibe 64 abstützbar ist.

Das Steuerteil-Gehäuse 39 ist in einem radial äußeren Bereich seines blockförmigen Bodenteils 43 mit einem die Vakuumkammer 36 mit der Ringnut 59 verbindenden Vakuumkanal 71 versehen. Desweiteren ist das blockförmige Bodenteil 43 mit einer die Durchgangsbohrung 52 des Bodenteils 43 überquerenden, einseitig in die Antriebskammer 34 mündenden Sackbohrung 72 versehen, in die eine außeraxiale Längsbohrung 73 des blockförmigen Bodenteils 43 mündet, welche die Sackbohrung 72 kommunizierend mit der topfförmigen Vertiefung 62 des Bodenteils 43 verbindet, welche an dessen der Ringscheibe 64 zugewandten Seite angeordnet ist. Diese außeraxiale Längsbohrung 73 und die Sackbohrung 72 bilden insgesamt den Atmosphärenkanal 75, über den, wenn die Ringrippe 69 des Reaktionskolbens 58 von der Ringscheibe 64 abgehoben ist, Luft aus dem unter Atmosphärendruck stehenden, radial außen durch den pedalseitigen Endabschnitt des Gehäusemantels 44 begrenzten Innenraum 74 des Steuerteils 41 in die Antriebskammer 34 einströmen kann, wodurch diese unter einen gegenüber dem in der Vakuumkammer 36 herrschenden Druck erhöhten Druck P_s gelangt, durch dessen Wirkung der Antriebskolben und mit diesem die Druckstange 27 des Bremskraftverstärkers 18 eine Verschiebung in Richtung des Pfeils 76 der Fig. 1, d. h. in Bremsdruck-Aufbau-Richtung erfahren.

Der Reaktionskolben 58 ist mit einem Anschlagriegel 77 versehen, der fest mit dem Reaktionskolben 58 verbunden ist und in radialer Richtung durch die einen Teil des Atmosphärenkanals 75 bildende Sackbohrung 72 hindurchtritt, deren axialer lichter Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Anschlagriegels 77. In axialer Richtung mögliche Relativbewegungen des Reaktionskolbens 58 gegenüber dem Gehäuse 39 des Steuerteils 41 sind in der einen Richtung durch Anlage des Anschlagriegels 77 an der dem Reaktionselement 54 zugewandten radialen Begrenzung 78 der radialen Sackbohrung 72 begrenzt, in der entgegengesetzten Richtung durch Anlage des Anschlagriegels 77 an der gegenüberliegenden, stößelseitigen Begrenzung 79 der Sackbohrung 72, an der die außeraxiale Längsbohrung 73 des Atmosphärenkanals 75 in dessen radiale Sackbohrung 72 mündet.

Der Anschlagriegel 77 vermittelt auch durch Anlage seines freien Endabschnittes 81, der radial aus der Sackbohrung 72 herausragt, an einer Ringschulter 82 des die Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 gehäusefest begrenzenden Gehäuseteils 49' eine pedalseitige Begrenzung des mit einer Rückzugsbewegung des Bremspedals 19 verknüpften Rückzugshubes des Reaktionskolbens 58 und markiert durch diese Anschlagposition auch die Grundstellung des Reaktionskolbens 58, die dieser vor dem Einschalten des Fahrzeugmotors sowie — bei laufendem Fahrzeugmotor — vor bzw. am Beginn einer Bremsung einnimmt.

Der Reaktionskolben 58 ist an dem Reaktionselement 54 über ein Stützelement 83 abgestützt, das einen zum Reaktionselement 54 hin vorspringenden, zentralen Höcker 84 hat, der mit glatter Krümmung an eine radial verlaufende Abstützfläche 86 des Stützelements 83 anschließt, mit der dieses innerhalb der zentralen Bohrung 52, in welcher der Reaktionskolben 58 verschiebbar ge-

führt ist, mit dem Reaktionselement 54 in Anlage gelangen kann.

Der insoweit erläuterte und auch als bekannt voraussetzbare Bremskraftverstärker 18 arbeitet wie folgt:

Solange der Fahrzeugmotor nicht angelassen ist, stehen sowohl die Vakuumkammer 36 als auch die Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 unter Atmosphärendruck, und der Antriebskolben 37 des Bremskraftverstärkers wird durch eine Rückstellfeder 87, die sich am Boden des flach-topfförmigen, die Vakuumkammer 36 gehäusefest begrenzenden Bodenteil 49' abstützt, in seine mit minimalem Volumen der Antriebskammer 34 verknüpfte Grundstellung gedrängt, die durch Anlage des Bodenteils 43 des Steuerteilgehäuses 39 mit der einen, reaktionselementseitigen Begrenzung 78 der Sackbohrung 72 an dem Anschlagriegel 77 markiert ist, der seinerseits an der Ringschulter 82 des Gehäuseteils 49'' axial abgestützt ist, das die gehäusefeste Begrenzung der Antriebskammer 34 bildet und/oder durch Anlage des Antriebskolbens 37 an Stützvorsprüngen 88, die im peripheren Randbereich 47 des Antriebskolbens angeordnet sind, des die Antriebskammer 34 gehäusefest begrenzenden Gehäuseteils 49' markiert ist. In dieser Grundstellung des Antriebskolbens 37 des Bremskraftverstärkers 18, des Gehäuses 39 seines Steuerteils 41 und dessen Reaktionskolben 58 ist die Ringscheibe 64 an der äußeren Ringstirnfläche 67 der Ringrippe 61 abgestützt, jedoch von der Ringrippe 69 des radialen Endflansches 68 des Reaktionskolbens 58 abgehoben, mit der Folge, daß der unter Atmosphärendruck stehende Innenraum 74 des Gehäuses 39 des Steuerteils 41 über den Atmosphärenkanal mit der Antriebskammer 34 in kommunizierender Verbindung steht, diese jedoch gegen die Vakuumkammer 36 abgesperrt ist. Sobald der Fahrzeugmotor läuft und der Druck in der Vakuumkammer 36 abnimmt, erfährt der Antriebskolben 37, der in der Antriebskammer 34 mit dem Atmosphärendruck beaufschlagt ist, eine auf den Hauptzylinder 17 zu gerichtete Verschiebung, wodurch auch die Ringscheibe 64 eine auf den Reaktionskolben 58 zu gerichtete Verschiebung erfährt, der zunächst durch die noch bestehende, jedoch abnehmende Vorspannung, die durch das Reaktionselement 54 ausgeübt wird, in seiner Grundstellung gehalten bleibt. Durch diese Verschiebung gelangt die Ringscheibe 64 in dichtende Anlage mit der in axialer Richtung vorspringenden Ringrippe 69 des radialen Endflansches 68 des Reaktionskolbens, wodurch die Verbindung des unter Atmosphärendruck stehenden Innenraumes 74 des Steuerteilgehäuses 49 mit der Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 abgesperrt wird. Da diese bis dahin noch unter Atmosphärendruck steht, erfolgt eine weitere Verschiebung des Antriebskolbens 37 und mit diesem des Steuerteilgehäuses 39 auf den Hauptzylinder 17 zu, wodurch die äußere Ringrippe 61 des blockförmigen Bodenteils 43 des Steuerteilgehäuses 39 von der Ringscheibe 64 abhebt und nunmehr über den Vakuumteil 71 und den zwischen der Ringscheibe 64 und der Ringrippe 61 frei gewordenen Spalt und den Atmosphärenkanal 75 kommunizierende Verbindung zwischen der Vakuumkammer 36 und der Antriebskammer 34 entsteht, die dadurch ebenfalls unter Unterdruck gelangt, mit der Folge, daß die Rückstellfeder 87 den Antriebskolben 37 wieder zurückdrängen kann, bis die in der Fig. 1 dargestellte Gleichgewichts-Position erreicht ist, in der die Ringscheibe 64 sowohl an der äußeren Ringrippe 61 des blockförmigen Bodenteils 43 des Steuerteilgehäuses 39 als auch an der axial vorspringenden Ringrippe 69 des

radialen Endflansches 68 des Reaktionskolbens 58 dichtend anliegt und dadurch sowohl die Vakuumkammer 36 gegen die Antriebskammer 34 abgesperrt ist als auch diese gegen den unter Atmosphärendruck stehenden Innenraum 74 des Steuerteilgehäuses 39, wobei in dieser Gleichgewichtsposition der in der Antriebskammer 34 herrschende Druck geringfügig größer ist als der in der Vakuumkammer 36 herrschende Druck, der im Betrieb des Motors einen typischen Wert von 0,3 bar hat. Wird die Bremsanlage 10 betätigt, wobei über den Pedalstößel 33 in Richtung des Pfeils 60 die Steuerkraft K_s auf den Reaktionskolben 58 ausgeübt wird, so erfährt dieser eine zur Reaktionsscheibe 54 hin gerichtete Relativbewegung zu dem Steuerteilgehäuse 39, wodurch die axiale Ringrippe 69 des radialen Endflansches 68 des Reaktionskolbens 58 von der Ringscheibe 64 abhebt, so daß über den hierdurch frei werdenden Ringspalt der unter Atmosphärendruck stehende Innenraum 74 des Steuerteilgehäuses 39 über den Atmosphärenkanal 75 mit der Antriebskammer 34 in kommunizierende Verbindung gelangt und dadurch der Antriebskolben 37 des Bremskraftverstärkers 18 einseitig mit einem erhöhten Druck beaufschlagt wird. Hieraus resultiert zum einen eine Verschiebung der Kolben 26 und 23 des Tandem-Hauptzylinders 17 und damit ein Aufbau eines Bremsdruckes P_B , der zu einer Reaktionskraft K_R führt, welche durch die Beziehung

$$K_R = F \cdot P_B$$

gegeben ist, wobei mit F die wirksame Querschnittsfläche des Primärkolbens 26 des Hauptzylinders 17 bezeichnet ist. Diese Reaktionskraft K_R ist über den Flansch 56 der Druckstange 27 und die Reaktionsscheibe 54 an der dem Flansch 56 gegenüberliegenden kreisringförmigen Fläche 89 des Bodens der das scheibenförmige Reaktionselement 54 aufnehmenden flach-topfförmigen Vertiefung 53 abgestützt, während im zentralen Bereich des Reaktionselementes 54 der Reaktionskolben 58 mit seiner wirksamen Querschnittsfläche F_K an dem elastischen Reaktionselement 54 axial abgestützt ist, so daß auch auf den Reaktionskolben 58 eine der Steuerkraft K_s entgegengesetzte gerichtete Reaktionskraft K_{sr} wirkt, deren Betrag der wirksamen Querschnittsfläche F_K des Reaktionskolbens 58 proportional ist.

Durch die auf den Reaktionskolben 58 wirkende Rückstellkraft K_{sr} , deren Betrag mit zunehmendem Betrag des Bremsdruckes P_B zunimmt, erfährt der Reaktionskolben 58 relativ zu dem Steuerteilgehäuse 39 eine Verschiebung in Richtung des Pfeils 91, die die axiale Ringrippe 69 seines radialen Endflansches 68 wieder in Anlage mit der Ringscheibe 64 bringt, wodurch der Atmosphärenkanal 75 wieder gegen den Innenraum 74 des Steuerteilgehäuses 39 abgesperrt wird und der Druck in der Antriebskammer 34 auf dem bis zum Absperren des Atmosphärenkanals 75 erreichten Wert gehalten bleibt.

In der solchermaßen erreichten Position des Reaktionskolbens 58 innerhalb des Gehäuses 39 des Steuerteils 41, in der beide Sitzventile, die durch je eine Ringrippe 61 bzw. 69 des Gehäuseteils 39 bzw. des Reaktionskolbens 58 und die Ringscheibe 64 gebildet sind, geschlossen sind, ist Gleichheit der Steuerkraft K_s und der in der entgegengesetzten Richtung wirkenden Reaktionskraft K_{sr} gegeben, d. h. eine Gleichgewichtsstellung des Reaktionskolbens 58 und des Antriebskolbens 37 des Bremskraftverstärkers 18, die einem mit der Betätigungs- bzw. Steuerkraft K_s verknüpften Erwar-

tungswert der Fahrzeugverzögerung, die der Fahrer erreichen möchte, entspricht.

Ein gleichsam "hydrostatisches" Verhalten der aus einem nachgiebigen Elastomer bestehenden Reaktions-scheibe 54 vorausgesetzt, ist der im Gleichgewichtszu-stand sich ergebende Verstärkungsfaktor A des pneu-matischen Bremskraftverstärkers 18 durch die folgende Relation:

$$A = (F_r + F_k)/(F_k)$$

gegeben, in welcher mit F_r der Betrag der Ringfläche 89 bezeichnet ist, auf der die Reaktionsscheibe 54 am Bo-den der druckstangenseitigen Vertiefung 53 des Steuer-teilgehäuses 39 abgestützt ist und mit F_k die wirksame Querschnittsfläche des Reaktionskolbens 58, mit der dieser im zentralen Bereich der Reaktionsscheibe 54 angreift. Bei dem zur Erläuterung gewählten Ausführungsbeispiel, bei dem der Betrag F_r der Ringfläche 89 ca. dreimal größer ist als die Querschnittsfläche F_k des Reaktionskolbens, ergibt sich somit für den Verstärkungs-faktor A ein Wert um 4.

Nimmt der Fahrer, ausgehend von einer einer erwünschten Fahrzeugveränderung entsprechenden Gleichgewichtsposition des Reaktionskolbens 58 bzw. des Bremspedals 19 die Betätigungskraft zurück, so erfährt der Reaktionskolben 58 — relativ zu dem Steuer-teilgehäuse 39 — eine Verschiebung, durch die, von dem Reaktionskolben 58 gleichsam "mitgenommen", die Ringscheibe 64 von der äußeren Ringrippe 61 abhebt, wodurch nunmehr über den frei werdenden Ringspalt die Vakuumkammer 36 über den Vakuumkanal 71, den frei gewordenden Ringspalt und den Atmosphärenkanal mit der Antriebskammer 34 des Bremskraftverstärkers 18 in kommunizierende Verbindung gelangt und diese druckentlastet wird. Dadurch nimmt die auf den Antriebskolben 37 wirkende Kraft ab, der nunmehr so lan-ge der Pedal-Zurücknahmebewegung folgt, bis der Fahrer das Bremspedal 19 in einer einer erwünschten, nied-rigeren Bremskraft entsprechenden Position hält und der Vakuumkanal 71 wieder gegen den Atmosphären-kanal 75 abgesperrt wird, sobald die äußere Ringrippe 61 des Steuerteilgehäuses 39 wieder in Anlage mit der Ringscheibe 64 gelangt.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß der Verstärkungsbereich des Bremskraftverstärkers 18, d. h. derjenige Variationsbereich der Steuerkraft K_s , inner-halb dessen die über die Druckstange 27 auf den Primär-kolben 26 des Tandem-Hauptzylinders 17 eingeleitete Betätigungskraft K_B der Beziehung

$$K_B = A \cdot K_s$$

genügt, durch einen Wert K_{smax} begrenzt ist, der durch die Beziehung

$$K_{smax} = \frac{F_{Ak} \cdot P_{max}}{A - 1}$$

gegeben ist, in der mit F_{Ak} die wirksame Querschnitts-fläche des Antriebskolbens 37 des Bremskraftverstär-kers 18 und mit P_{max} der Maximalwert der Druckdiffe-renz zwischen Atmosphärendruck und dem am Ansaug-stutzen des Fahrzeugmotors herrschenden "Unter-druck" bezeichnet sind. Wird die Steuerkraft K_s über diesen Wert hinaus gesteigert, so nimmt die Betäti-gungskraft K_B nur noch "linear" mit dem Betrag der

Steigerung der Steuerkraft K_s zu.

Damit der insoweit erläuterte Bremskraftverstärker 18 im Bedarfsfalle, d. h., wenn der Fahrer das Bremspe-dal 19 mit einer Geschwindigkeit ϕ betätigt, die größer als ein vorgegebener oder vorgebbare Schwellenwert ϕ_s ist, selbsttätig auf einen erhöhten Wert A_{max} des Verstärkungsfaktors A umgeschaltet wird, ist eine in der Fig. 1 lediglich schematisch angedeutete, in der Fig. 2 mehr im einzelnen dargestellte, insgesamt mit 92 be-zeichnete Umschalteneinrichtung vorgesehen, die hier nach dem Prinzip arbeitet, die auf den Reaktionskolben 58 wirkende Rückstellkraft, die bei einer Betätigung der Bremsanlage 10 über das Reaktionselement — die Re-aktionsscheibe 54 — auf den Reaktionskolben 58 wirkt, zu reduzieren, und dadurch die Steuerkraft K_s , die er-forderlich ist, um über das als Proportionalventil wir-kende Steuerteil 41 eine Druckbeaufschlagung des An-triebskolbens 37 zu erzielen, ebenfalls zu reduzieren.

Diese Umschalteneinrichtung 92 ist beim Ausführungs-beispiel gemäß Fig. 2 wie folgt realisiert:

Der die Reaktionskraft K_R auf die Reaktionsscheibe 54 übertragende Flansch 56 der Druckstange 27 hat ein mit dieser fest verbundenes, beim dargestellten Ausführungsbeispiel mit dieser einstückiges, zylindrisch-topf-förmiges Flanschelement 56', von dessen Boden 93 die Druckstange 27 ausgeht und dessen zur Reaktionsschei-be 54 hin weisender Mantel 94 mit seiner schmalen Ringstirnfläche 96 am radial äußeren Bereich der Reak-tionsscheibe 54 axial abgestützt ist. Der Außendurch-messer des Mantels 94 des topfförmigen Flanschteils 56' entspricht, abgesehen von einem geringfügigen für die Verschiebbarkeit der Druckstange 27 gegenüber der Reaktionsscheibe 54 erforderlichen Spiel, dem Innen-durchmesser der flachtropfförmigen Vertiefung 53 des Steuerteil-Gehäuses 39, welche die Reaktionsscheibe 54 aufnimmt.

Die Druckstange 27 ist in einem axialen Abstand d von der äußeren Bodenfläche des topfförmigen Flansch-teils 56', der im wesentlichen durch den Durchmesser eines als Elektromagnet ausgebildeten Steuermagneten 97 bestimmt ist, mit einer radialen Querbohrung 98 ver-sehen, in der ein den beweglichen Anker 99 des Steuer-magneten 97 bildendes bolzenförmiges Distanzstück unverdrehbar, jedoch in Richtung der zentralen Längs-achse 101 der Querbohrung 98 hin- und her-verschieb-bar geführt ist. Der Anker 99 ist durch einen kurzen, radialen Führungsstift 102, der in eine axiale Führungs-nut der Querbohrung 98 hineinragt, gegen ein Verdre-hen gesichert.

Die bezüglich der zentralen Achse 101 der radialen Querbohrung der Druckstange 27 axialsymmetrisch ausgebildete Steuerwicklung 104 des Steuermagneten 97 und ihr insgesamt mit 106 bezeichnetes, aus magneti-sierbarem Weicheisen bestehendes Gehäuse begrenzen einen zentralen Kanal 107, in den der Anker 99 hinein-gezogen wird, wenn die Steuerwicklung 104 bestromt ist. Im stromlosen Zustand des Steuermagneten 97 ist der Anker 99 durch eine Rückstellfeder 108 in die in der Fig. 2 dargestellte Grundstellung gedrängt, die durch Anlage des Führungsstiftes 102 an einer kurzen An-schlag-Feder 109 markiert ist, die an der dem Steuerma-gneten 97 gegenüberliegenden Seite der Druckstange 27 in deren Führungsnut 103 fest eingesetzt ist. Das Gehäuse 106 des Steuermagneten 97, das auf nicht nä-her dargestellte Weise an der Druckstange 27 an deren topfförmigem Flanschteil 56' befestigt ist, umfaßt eine an der Druckstange 27 unmittelbar anliegende Ring-scheibe 111, einen die Steuerwicklung 104 außenseitig

umgebenden, an die Ringscheibe 111 unmittelbar anschließenden, zylindrischen Mantel 112 und eine das Gehäuse 106 an dessen radial äußerer Seite abschließende, an den Mantel 112 unmittelbar anschließende Abschlußplatte 113, die mit einem zapfenförmigen Polkernstück 114 versehen ist, das in den zentralen Kanal 107 hineinragt und sich über etwa die halbe axiale Ausdehnung der Steuerwicklung 104 erstreckt. Die Ringscheibe 111 ist mit einer zentralen, mit der Querbohrung 98 der Druckstange 27 fluchtenden, durchgehenden Bohrung 116 versehen, in die der Anker 99, gesehen in seiner in der Fig. 2 dargestellten Grundstellung, mit seinem inneren Endabschnitt, an dessen Stirnfläche 117 die Rückstellfeder 108 eingreift, ein kurzes Stück hineinragt. Gehäuseseitig ist die Rückstellfeder 108 am Grund einer Ringnut 118 des Polkernstückes 114 abgestützt, deren axiale Tiefe etwas größer ist als die Blocklänge der Rückstellfeder 108 und etwa der axialen Ausdehnung des Polkernstückes 114 entspricht. Zwischen der radialen Querbohrung 98 der Druckstange 27 und dem Innenraum ihres topfförmigen Flanschteils 56' erstreckt sich eine zentrale, axiale Bohrung 119, in der mittels eines als Distanzstück fungierenden Stößels 121 ein kreisscheibenförmiges Flanschteil 56' des Stützflansches 56 der Druckstange 27 hin- und her-verschiebbar geführt ist, das, wenn sich der Anker 99 des Steuermagneten 97 in der dargestellten, in die Querbohrung 98 der Druckstange 27 weitestmöglich eingerückten Grundstellung befindet, durch dessen axiale Abstützung an dem inneren, kalottenförmig ausgebildeten Ende des Stößels 121 in unmittelbarer Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gehalten ist und sich dabei an deren gesamter, innerhalb der Ringstirnfläche 96 des Mantels 94 des topfförmigen Flanschteils 56' befindlichen, zentralen Kreisfläche 122 abstützt.

Das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' wird durch eine den Stößel 121 koaxial umgebende, im Inneren des topfförmigen Flanschteils 56' angeordnete und sich an dessen Boden 93 abstützende Rückstellfeder 123 in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gedrängt.

Der Anker 99 hat eine ebene, schräg zur zentralen Längsachse 101 der Querbohrung verlaufende freie Stirnfläche 123, deren Spur in der Zeichnungsebene zu dem Stößel 121 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56'' hin abfallend verläuft und in einem kleinen radialen Abstand h , der einem kleinen Bruchteil von z. B. $1/5$ des Maximalhubes des Ankers 99 entspricht, von dem Abschnittspunkt 124, an dem, gesehen in der Grundstellung des Ankers 99, der Stößel 121 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56'' an dem Anker 99 axial abgestützt ist, an die Wand der Bohrung 98 anschließt. Die Neigung dieser freien Stirnfläche 123 des Ankers 99 gegenüber der zentralen Achse 51 des Steuerteils 41 beträgt um 45° .

Die Umschalteneinrichtung 92 gemäß Fig. 2 arbeitet wie folgt:

Solange — im stromlosen Zustand der Steuerwicklung 104 des Steuermagneten 97 — der Anker 99 des Steuermagneten 97 in die Radialbohrung 98 der Druckstange 27 eingerückt ist, wirkt er als Distanzstück, über das das kreisscheibenförmige Flanschstück 56'' des Flansches 56 der Druckstange 27 axial an dieser abgestützt und in großflächiger Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gehalten ist, mit der Folge, daß bei einer Betätigung der Bremsanlage der Reaktionskolben 58 gegen eine Rückstellkraft K_R verschoben werden muß, die relativ groß ist, da die Reaktionsscheibe 54 großflächig an dem kreisscheibenförmigen Flanschteil 56'' und

der Ringstirnfläche 96 des mantelförmigen Flanschteils 94 abgestützt ist und daher ein entsprechend "starres" Reaktionsverhalten zeigt, das für den Verstärkungsfaktor des Brennkraftverstärkers einen Wert um 3 bis 4 ergibt, sobald der Reaktionskolben 58 bei einer Betätigung der Bremsanlage 10 mit seinen vorspringenden Höckern 84 vollständig in die Reaktionsscheibe 54 "eingetaucht" — hinreichend weit eingedrungen — ist und mit seiner gesamten Querschnittsfläche F_K an der Reaktionsscheibe 54 abgestützt ist, was schon nach einem kleinen Bruchteil des Betätigungshubes des Reaktionskolbens 58 der Fall ist.

Ergibt eine von einer elektronischen Steuereinheit 126 der Umschalteneinrichtung 92 durchgeführte Auswertung eines für die Position des Bremspedals 19 oder eines mit diesem direkt bewegungsgekoppelten Teils des Bremskraftverstärkers 18, z. B. des Reaktionskolbens 58 selbst, charakteristischen Ausgangssignals eines Positions- oder eines Wegsensors 127, daß der Fahrer das Bremspedal 19 mit einer Geschwindigkeit ϕ betätigt, die größer ist als ein einstellbar vorgegebbarer Schwellenwert ϕ_s , was in der Anfangsphase einer Bremsung möglich ist, solange der Höcker 84 des Reaktionskolbens 58 erst in die Reaktionsscheibe 54 eindringen muß, bevor dessen gesamte Querschnittsfläche F_K dafür bestimmend wird, was der Fahrer als Reaktionskraft fühlt, so wird von der elektronischen Steuereinheit 126 ein Ausgangssignal zur Ansteuerung des Steuermagneten 97 erzeugt, wodurch der Anker 99 aus seiner das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 haltenden Stützposition radial ausgerückt wird und dieses nunmehr axial verschiebbar ist. Dies hat zur Folge, daß die Gegenkraft, gegen die der Reaktionskolben 58 zur Einsteuerung einer möglichst hohen Bremskraft verschoben werden muß, drastisch erniedrigt wird, da die Reaktionsscheibe 54 sich nunmehr in das topfförmige Flanschteil 56' hinein relativ leicht hineindrücken läßt, wodurch die Steuerkraft K_S , welche für die Aufsteuerung des die kommunizierende Verbindung der Antriebskammer 34 mit dem Innenraum 74 des Steuerteils 41 vermittelnden, durch die Ringscheibe 64 und die Stirnfläche der axialen Rippe 69 des radialen Endflansches 68 des Reaktionskolbens 58 gebildeten Sitzventils erheblich erniedrigt und im Ergebnis der Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers 18 entsprechend erhöht wird. Dadurch kann der Fahrer mit relativ niedriger Steuerkraft K_S eine Vollbremsung erzielen, wie durch die elektronische Steuereinheit 126 als erwünscht "vermutet" und durch Ausrück-Bestätigung des Ankers 99 des Steuermagneten 97 ermöglicht. In zweckmäßiger Auslegung der Steuereinheit 126 und des zur Betätigung der Umschalteneinrichtung 92 vorgesehenen Steuermagneten 97 bleibt dessen Bestromung aufrechterhalten, solange nach einem Ausrücken des Ankers 99 des Steuermagneten 97 aus der Abstütz-Position das Ausgangssignal des Sensors 127 anzeigt, daß der Fahrer das Bremspedal 19 weiterhin im Sinne eines Bremsdruck-Aufbaues betätigt, was die elektronische Steuereinheit 126 daran "erkennt", daß der Änderungssinn der positions-charakteristischen Ausgangssignale dieses Sensors 127 derselbe ist, wie bei der die Bremsung einleitenden Betätigung der Bremsanlage 10, und/oder daran, daß die Pedalposition nicht geändert wird, was die elektronische Steuereinheit 126 als Indiz dafür wertet, daß die durch die Betätigung der Bremsanlage 10 erreichte Fahrzeugverzögerung dem Fahrerwunsch entspricht. Die Bestromung der Steuerwicklung 104 des Steuermagneten 97 wird aufgehoben,

wenn der Fahrer das Bremspedal 19 zurücknimmt, was die elektronische Steuereinheit 126 daran erkennen kann, daß der Änderungssinn der positions-charakteristischen Ausgangssignale des Sensors 127 sich umkehrt. Reicht in diesem Falle die von den Rückstellfedern 125 und 108 die auf das kreisscheibenförmige Kolbenelement 56'' bzw. den Anker 99 des Steuermagneten 97 wirken, insgesamt entfaltete, auf den Reaktionskolben 58 über die Reaktionsscheibe 54 wirkende Reaktionskraft aus, um den Reaktionskolben 58 entgegen der an ihm angreifenden Steuerkraft K_s zurückzuschieben, so kann der Anker 99 des Steuermagneten 97 der Umschalteneinrichtung 92 wieder in seine in die radiale Bohrung 98 zur Druckstange 27 eingerückte Position einfallen, und der Bremskraftverstärker arbeitet wieder mit dem — relativ niedrigen — dem Zielbremsbetrieb zugeordneten Verstärkungsfaktor um 4, der anschließend, d. h. für den Fall, daß der Fahrer nachfolgend die Fahrzeugverzögerung wieder erhöhen möchte, wirksam bleibt, was erwünscht ist, da der relativ erniedrigte Verstärkungsfaktor eine bessere Dosierung der Bremskraft im weiteren Verlauf des Bremsvorganges ermöglicht. Solange der Anker 99 des Steuermagneten 97 aus seiner Grundstellung, in der er als Distanzstück wirkt, ausgerückt ist, ist die vom Fahrer spürbare Rückmeldung über den Betätigungszustand der Bremsanlage 10 im wesentlichen durch die Rückstellkraft der Rückstellfeder 125 bestimmt, die das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 drängt und mechanisch zu dem Anker 99 parallel geschaltet ist, d. h. als Rückstellelement erst wirksam wird, wenn der Anker 99 des Steuermagneten 97 aus der Abschlußposition mit dem Stößel 121 ausgerückt ist. Solange dies der Fall ist, arbeitet der Bremskraftverstärker 18 mit dem erhöhten Verstärkungsfaktor A_{max} , der durch Auslegung der Rückstellfeder 125 und der wirksamen Querschnittsfläche des kreisscheibenförmigen Flanschelementes 56'' vorgebar ist.

Um das Ausrücken des Ankers 99 unter Mitwirkung der vom Fahrer ausgeübten Steuerkraft K_s zu erleichtern, kann es auch zweckmäßig sein, wenn das am Anker 99 abstützbare Ende des Stößels 121 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56'' im Anschluß an einen kugelhakenförmigen Endabschnitt mit relativ großem Krümmungsradius eine flach-kegelförmige Gestaltung hat, deren Kegelminkel dem doppelten Wert des Neigungswinkels der schrägen Stirnfläche 123 des Ankers 99 gegenüber der zentralen Achse 51 des Steuerteils 41 entspricht.

Die in der Fig. 3, auf deren Einzelheiten nunmehr Bezug genommen sei, dargestellte, weitere Gestaltungsvariante einer im Rahmen der erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung benutzbaren Umschalteneinrichtung 92' ist derjenigen gemäß Fig. 2 weitgehend bau- und funktionsanalog. Soweit daher Funktionselemente der Umschalteneinrichtung 92' gemäß Fig. 3 mit denselben Bezugszeichen belegt sind, wie Funktionselemente der Umschalteneinrichtung 92 gemäß Fig. 2, soll dies den Hinweis auf Bau- und Funktionsgleichheit und/oder -analogie dieser Elemente bedeuten und, soweit solchermaßen identisch bezeichnete Elemente anhand der Beschreibung der Fig. 3 nicht eigens erläutert werden, den Hinweis auf die anhand der Fig. 2 gegebene Beschreibung dieser Elemente beinhalten, um Wiederholungen zu vermeiden.

Bei der Umschalteneinrichtung 92' ist als Distanzstück 99', das seiner Funktion nach mit dem Anker 99 des Steuermagneten 97 der Umschalteneinrichtung 92 gemäß

Fig. 2 vergleichbar ist, ein kreiszylindrisch-blockförmiges Teil vorgesehen, das innerhalb des topfförmigen Flanschteils 56' um die zentrale Achse 51 der Steuereinheit 41 des Bremskraftverstärkers 18 drehbar angeordnet ist, wobei dieses blockförmige Distanzstück am Boden 128 der zentralen Vertiefung 129 des topfförmigen Flanschteils 56' axial abgestützt ist.

Das Distanzstück 99' ist über radiale Speichenstücke 131, welche durch radiale Schlitze 132 aus dem Innenraum 129 des topfförmigen Flanschteils 56' austreten, drehfest mit dem ringscheibenförmigen Rotor 133 eines lediglich schematisch angedeuteten, außerhalb des topfförmigen Flanschstückes 56' angeordneten, insgesamt mit 134 bezeichneten elektrischen Schrittmotors verbunden, dessen Stator 136 drehfest mit dem topfförmigen Flanschteil 56' der Druckstange 27 des Bremskraftverstärkers 18 verbunden ist. Entlang der zentralen Längsachse 51 in Richtung des Pfeils 136 der Fig. 3 gesehen, ist, wie im einzelnen der Detaildarstellung der Fig. 4 entnehmbar, die azimutale Ausdehnung Γ der radialen Schlitze 132 und die azimutale Ausdehnung γ der Speichenstücke 131 so bemessen, daß der Winkel $\Gamma - \gamma$ um den das Distanzstück 99' bei einer Strombeaufschlagung des Schrittmotors 134 zwischen Endstellungen drehbar ist, die durch Anschlagwirkung zwischen den Speichenstücken 131 und den radialen Rändern 136 und 137 der radialen Schlitze 132 markiert sind, 60° beträgt, wobei die azimutale Ausdehnung Γ der Radialschlitze 132 90° und diejenige der Speichenstücke 131 — bei sektorfahnenförmiger Gestaltung derselben — 30° beträgt. Der Rotor 133 des Schrittmotors 134 und mit diesem das blockförmige Distanzstück 99' werden durch eine — nicht dargestellte — Torsionsfeder im stromlosen Zustand des Schrittmotors 134 in die in der Fig. 4 dargestellte Grundstellung gedrängt, in der die sektorfahnenförmigen Speichenstücke 131 mit ihrer einen radialen Kante an denjenigen radialen Rändern 136 der Radialschlitze 132 in Anlage gehalten, die in derjenigen Radialebene 137 verlaufen, die die Zeichenebene der Fig. 3 bildet und in der Fig. 4 die Anschlagebene für die Grundstellung des Rotors 133 des Schrittmotors 134 repräsentiert. Das blockförmige Distanzstück 99' ist an seiner dem kreisscheibenförmigen Flanschteil 56' zugewandten Seite mit einer radialen Nut 139 versehen, deren radiale Mittelebene 141 mit der die Grundstellung des Distanzstückes 99' markierenden Radialebene 138 beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel einen Winkel von 30° einschließt. Das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' hat an seiner dem Distanzstück 99' zugewandten Seite eine zu dessen Nut 139 komplementär gestaltete radiale Rippe 142, deren radiale Mittelebene 143 rechtwinklig zu der die Grundstellung des Distanzstückes 99' markierenden Anschlagebene 138 verläuft. Das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' hat eine mit einer axialen Innennut 144 des topfförmigen Flanschteils 56' in Eingriff stehende Feder und ist dadurch gegen ein Verdrehen um die zentrale Längsachse 51 gesichert, im übrigen in dem topfförmigen Flanschteil 56' axial verschiebbar geführt.

Die Umschalteneinrichtung 92' arbeitet in Analogie zu der Umschalteneinrichtung 92 gemäß Fig. 2 wie folgt:

Solange der Schrittmotor 134 nicht bestromt ist, wird das Distanzstück in seine Grundstellung gedrängt, in welcher seine Nut 139 schräg zu der Rippe 142 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56' verläuft, das somit — mit seiner radialen Rippe 142 — die Nut 139 des Distanzstückes 99' überquerend an dessen im übrigen ebenen Stirnfläche 147 axial abgestützt und dadurch in

rückwärtiger Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gehalten ist, d. h. in derjenigen Position, mit der der für die Zielbremsung nutzbare Verstärkungsfaktor A von ca. 4 des Bremskraftverstärkers 18 nutzbar ist. Betätigt der Fahrer beim Einleiten einer Bremsung das Bremspedal 19 mit überhöhter Betätigungsgeschwindigkeit ϕ_s , so erzeugt die elektronische Steuereinheit 126 Ausgangssignale zur Bestromung des Schrittmotors 134, wodurch das Distanzstück 99' — gemäß Fig. 4 im Uhrzeigersinn — bis in diejenige Position gedreht wird, in der die radiale Rippe 142 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56'' in die Nut 139 des Distanzstückes 99' eintreten kann, was im Ergebnis dazu führt, daß die Reaktionsscheibe in ihrem zentralen Bereich leichter ausweichen kann und dadurch eine geringere Steuerkraft erforderlich ist, um eine hohe Bremskraft-Verstärkung zu erzielen. Die Nutwangen der Nut 139 des Distanzstückes 99' und die Flanken der Rippe 142 des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56'' haben eine Neigung von 45° bezüglich der zentralen Längsachse 51 des Steuerteils 41 und schließen jeweils mit glatter Krümmung an die benachbarten ebenen Stirnflächen 147 des Distanzstückes 99' bzw. den ebenen, radial äußeren Bereich 148 der Stirnfläche des kreisscheibenförmigen Flanschteils 56' an, damit bei einer durch die Wirkung der Torsionsfeder vermittelnden Zurückdrehung des Distanzstückes 99' in dessen Grundstellung das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' vergleichsweise leicht bis in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 zurückgeschoben werden kann.

Die in der Fig. 5, auf deren Einzelheiten nunmehr verwiesen sei, dargestellte, weitere Gestaltungsvariante einer im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung einsetzbaren Umschalteinrichtung 92'' ist derjenigen gemäß Fig. 3 weitgehend bau- und funktionsanalog. Soweit daher Funktionselemente der Umschalteinrichtung 92'' gemäß Fig. 5 mit denselben Bezugszeichen belegt sind, wie Funktionselemente der Umschalteinrichtung 92' gemäß Fig. 3, soll dies den Hinweis auf Bau- und Funktionsgleichheit und/oder -analogie dieser Elemente bedeuten und, soweit solchermaßen identisch bezeichnete Elemente anhand der Beschreibung der Fig. 5 nicht eigens erwähnt werden, wieder den Hinweis auf die anhand der Fig. 3 gegebene Beschreibung dieser Elemente bedeuten.

Die Umschalteinrichtung 92'' gemäß Fig. 5 unterscheidet sich von der Umschalteinrichtung 92' gemäß Fig. 2 lediglich durch die folgenden konstruktiven Einzelheiten:

Das Distanzstück 99'', das mittels des Schrittmotors 134 drehbar antreibbar ist, ist als ringzylindrische Hülse ausgebildet, in welcher das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' axial verschiebbar gelagert ist.

Das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' ist mittels zweier schlanker Zapfen 149, die in kleinem seitlichem Abstand von der zentralen Längsachse 51 des Steuerteils 41, zu dieser parallel verlaufend, angeordnet sind und in zugeordneten achsparallelen Bohrungen 151 der Druckstange 27 verschiebbar geführt sind, gegen ein Verdrehen gegenüber der Druckstange 27 gesichert. Das ringzylindrische-hülseförmige Distanzstück 99'' hat eine insgesamt mit 152 bezeichnete, schlitzförmige Kulissenöffnung, mit der ein radialer Mitnahmezapfen 153, der fest mit dem kreisscheibenförmigen Flanschelement 56'' verbunden ist, in Eingriff steht. Die jeweils rechtwinklig zu ihren Rändern gemessene lichte Weite der Kulissenöffnung 152 entspricht, abgesehen von einem kleinen Führungsspiel, dem Durchmesser des Mit-

nahmezapfens 153.

Die im wesentlichen langlochförmige Kulissenöffnung 152 verläuft, in der Abwicklung des Mantels 154 des hülsenförmigen Distanzstückes 99'' gesehen, auf dem größten Teil ihrer Länge unter 45° zur Richtung der zentralen Längsachse 51 und verläuft auf ihrem der Reaktionsscheibe 54 zugewandten, kurzen Endabschnitt 152', dessen Länge etwa dem Durchmesser des Mitnahmezapfens 153 entspricht, rechtwinklig zu der Richtung der zentralen Längsachse 51 des Steuerteils 41. In der dem Zielbremsbetrieb zugeordneten, in der Fig. 5 dargestellten Grundstellung des Distanzstückes 99'' ist der Mitnahmezapfen 153 in dem rechtwinklig zur Richtung der zentralen Längsachse 51 verlaufenden, kurzen Endabschnitt 152' angeordnet und dadurch das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gehalten. Durch mittels des Schrittmotors 134 steuerbare Drehung des hülsenförmigen Distanzstückes 99'' aus der Grundstellung heraus erfährt das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' eine axiale Verschiebung, durch die es von der Reaktionsscheibe 54 abhebt, wodurch deren Rückstellkraft gegenüber einer Vorschub-Bewegung des Reaktionskolbens 58 reduziert und damit der Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers 18 erhöht wird. Das Zurückdrehen des Distanzstückes 99'' im stromlosen Zustand des Schrittmotors 134 erfolgt wiederum durch eine nicht dargestellte Torsionsfeder oder ein damit äquivalentes Rückstellelement. Die Funktion der Umschalteinrichtung 92'' gemäß Fig. 5 ist derjenigen gemäß Fig. 3 völlig analog. Es versteht sich, daß das hülsenförmige Distanzstück 99'' in axial symmetrischer Anordnung auch mit zwei Kulissenöffnungen 152 und dementsprechend das kreisscheibenförmige Flanschteil 56'' mit zwei Mitnahmezapfen 153 versehen sein können.

Die in der Fig. 6, auf deren Einzelheiten nunmehr Bezug genommen sei, dargestellte, weitere Variante einer im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung einsetzbaren Umschalteinrichtung 92''' ist derjenigen gemäß Fig. 2 insoweit ähnlich, als auch hier zur Betätigung ein Steuer magnet 97' vorgesehen ist, der bestromt wird, wenn der Fahrer das Bremspedal sehr schnell betätigt und dadurch die Umschaltung des Bremskraftverstärkers 18 auf einen erhöhten Verstärkungsfaktor A_{max} auslöst.

Soweit für Funktionselemente der Umschalteinrichtung 92' gemäß Fig. 6 dieselben Bezugszeichen verwendet sind wie in den Fig. 1 bis 5 soll dies den Hinweis auf Bau- und Funktionsgleichheit und/oder -analogie dieser Elemente bedeuten und, soweit solchermaßen identisch bezeichnete Elemente anhand der Fig. 6 nicht eigens erläutert werden, den Hinweis auf die anhand der übrigen Zeichnungsfiguren gegebene Beschreibung dieser Elemente beinhalten.

Bei der Umschalteinrichtung 92''' gemäß Fig. 6 ist eine zwei Kolbenelemente 58' und 58'' umfassende Reaktionskolbenanordnung vorgesehen, bei der unterschiedliche Werte F_{K1} und F_{K2} der wirksamen Querschnittsfläche ausnutzbar sind, mit der die Reaktionskolbenanordnung 58', 58'' an der Reaktionsscheibe 54 angreift, wodurch sich entsprechend verschiedene Werte des Verstärkungsfaktors ergeben, mit dem der Bremskraftverstärker 18 arbeitet.

Das eine Reaktionskolbenelement 58', an dem der Pedalstößel 33 angreift, hat drei Kolbenstufen 156, 157 und 158 definiert verschiedenen Durchmessers, die durch je eine radiale Ringstirnfläche 159 und 161 gegeneinander abgesetzt sind, wobei diejenige Kolbenstufe

156, an der unmittelbar der Pedalstößel 33 angreift, den größten Durchmesser hat und die über die zweite Kolbenstufe 157 mit der ersten Kolbenstufe verbundene dritte Kolbenstufe 158, mittels derer das Reaktionskolbenelement 58' unmittelbar an der Reaktionsscheibe 54 axial abgestützt ist, den kleinsten Durchmesser hat.

Das zweite Kolbenelement 58'' ist als zweistufiger Ringkolben ausgebildet mit zwei zylindrisch-rohrförmigen Stufen 162 und 163, deren äußere Mantelflächen 164 und 166 und innere Mantelflächen 167 und 168 über eine äußere radiale Ringstirnfläche 169 und eine innere radiale Ringstirnfläche 171 aneinander anschließen. Der Ringkolben 58'' ist mit der inneren Mantelfläche 167 seiner dem Durchmesser nach kleineren Kolbenstufe 162 an der dem Durchmesser nach kleinsten Kolbenstufe 58 des dreistufigen Kolbenelements 58' und mit seiner äußeren Mantelfläche 164 in der zentral in die flachtopfförmige, die Reaktionsscheibe 54 aufnehmende Vertiefung 53 mündende Bohrung 52' gleitend verschiebbar geführt, die über eine radiale Stufenfläche 172 an die Bohrung 52 größeren Durchmessers anschließt, in welcher der Ringkolben 58'' mit der äußeren Mantelfläche 166 seiner dem Durchmesser nach größeren Ringkolbenstufe 163 und das dreistufige Reaktionskolbenelement 58' mit seiner größten Kolbenstufe 156 gleitend verschiebbar geführt sind. Die dem Durchmesser nach größere Ringkolbenstufe 163 ist mit ihrer inneren Mantelfläche 168 auch an der mittleren Kolbenstufe 157 des dreistufigen Reaktionskolbenelements 58' gleitend verschiebbar gelagert.

An der der größten Kolbenstufe 156 des dreistufigen Kolbenelements 58' zugewandten radialen Endstirnfläche 173 des zweistufigen Ringkolbens 58'' greift eine — relativ schwach — vorgespannte Rückstellfeder 174 an, die am Grund einer radial äußeren Ringnut 176 der größten Kolbenstufe 156 des dreistufigen Reaktionskolbenelements 58' axial abgestützt ist. Durch diese Rückstellfeder 174 wird der zweistufige Ringkolben mit seiner der Reaktionsscheibe 54 zugewandten freien ringförmigen Endstirnfläche 177 in Anlage mit der Reaktionsscheibe 54 gedrängt, an der zentral die kleinste Kolbenstufe 158 des dreistufigen Reaktionskolbenelements 58' mit dem vorspringenden Höcker 84 angreift.

Die dem Durchmesser nach mittlere Kolbenstufe 157 des dreistufigen Reaktionskolbenelements 58' ist mit einer radialen Bohrung 178 versehen, in der ein kolbenförmiges Distanzstück 179 radial verschiebbar geführt ist, das durch eine Rückstellfeder 181 in eine durch Anschlagwirkung markierte radial äußere Position gedrängt ist, in der es mit einem freien Endabschnitt 179' in den zwischen der radialen Endstirnfläche 173 der größeren Stufe 163 des Ringkolbens 58'' und der dieser gegenüberliegenden radialen Ringstirnfläche 179 der größten Kolbenstufe 156 des dreistufigen Reaktionskolbenelements 58' verbleibenden Ringspalt 182 hineinragt.

Dieses kolbenförmige Distanzstück 179 ist als Anker des Steuermagneten 97' ausgebildet, der bei Bestromung der Feldwicklung 183 in das Innere der mittleren Kolbenstufe 157 vollständig eintaucht.

Die in der Fig. 6 dargestellten Positionen der Kolben-elemente 58' und 58'' und des Ankers 179 des Steuermagneten 97' entsprechen dem nicht betätigten Zustand der Bremsanlage. In diesem Zustand entspricht der lichte axiale Abstand h des — ausgerückten — kolbenförmigen Ankers 179 von der diesem zugewandten Endstirnfläche 173 etwa der "Höhe" des Höckers 84 der dem Durchmesser nach kleinsten Kolbenstufe 158 des drei-

stufigen Kolbenelements 58', desgleichen der lichte axiale Abstand der radialen Stirnfläche 172, über welche die Bohrungsstufen 52' und 52 des Steuerteilgehäuses 39 aneinander anschließen von der dieser gegenüberliegenden äußeren radialen Ringstirnfläche des gestuften Ringkolbens 58''; der lichte axiale Abstand der inneren radialen Ringstirnfläche des zweistufigen Ringkolbens 58'' von der die kleinste Kolbenstufe gegen die mittlere Kolbenstufe absetzenden radialen Ringstirnfläche 161 des dreistufigen Kolbenelements 58'' hat etwa den doppelten Wert $2h$, desgleichen etwa die axiale Dicke der Reaktionsscheibe 54.

Die insoweit erläuterte Umschalteneinrichtung 92' arbeitet wie folgt:

Wird bei der Einleitung einer Bremsung das Bremspedal "langsam" betätigt, mit der Folge, daß die Feldentwicklung 183 des Steuermagneten 97' nicht bestromt wird und der Anker 179 in radialer Richtung ausgerückt bleibt, so gelangt dieser durch die Verschiebung des dreistufigen Kolbenelements 58' relativ zu dem Ringkolben 58'', nachdem der Höcker mit seiner gesamten Höhe h gegen die von der Reaktionsscheibe 54 entfaltete, mäßige Rückstellkraft eingetaucht ist, in Anlage mit der dem Anker 179 zugewandten Endstirnfläche 173 des Ringkolbens 58'', so daß dieser nunmehr zusammen mit dem dreistufigen Kolbenelement 58' weiter zu der Reaktionsscheibe 54 hin bzw. in diese hinein gedrängt wird. Der Betrag F_{k2} der für den Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers 18 maßgeblichen wirksamen Querschnittsfläche der Reaktionskolbenanordnung 58', 58'' ist hier gleich der Summe der Querschnittsflächen der kleinsten Kolbenstufe 158 des dreistufigen Kolbenelements 58' und der freien Endstirnfläche 177 der kleineren zylindrisch-rohrförmigen Stufe 162 des Ringkolbens 58''. Wegen dieser relativ großen wirksamen Querschnittsfläche, mit der die Reaktionskolbenanordnung 58', 58'' an der Reaktionsscheibe 54 abgestützt ist, arbeitet der Bremskraftverstärker 18 mit dem für eine Zielbremsung erforderliche, relativ geringen Verstärkungsfaktor A , der jedoch eine feinfühligte Dosierung der Fahrzeugverzögerung erlaubt.

Betätigt der Fahrer das Bremspedal mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als der erwähnte Schwellenwert ϕ_s , so wird die Feldwicklung 183 des Steuermagneten 97' durch ein Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 126 erregt und der Anker 179 ins Innere der mittleren Kolbenstufe 157 hineingezogen. Das dreistufige Kolbenelement 58' kann jetzt innerhalb der größeren Stufe 163 des zweistufigen Ringkolbens 58'' weitergeschoben werden, ohne daß der zweistufige Ringkolben 58'' sich weiterbewegt, so daß als wirksame Reaktionsfläche lediglich die Querschnittsfläche F_{k1} der kleinsten Kolbenstufe 158 ausgenutzt wird, mit der Folge, daß der Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers deutlich erhöht ist und mit geringer Steuerkraft K_s eine hohe Bremsverzögerung des Fahrzeuges eingesteuert werden kann.

Patentansprüche

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, bei der zur Erzeugung der in die Radbremsen einzukoppelnden Bremsdrücke ein Hauptzylinder vorgesehen ist, der mittels eines pedalgesteuerten pneumatischen Bremskraftverstärkers betätigbar ist, der mit einer auf das Betätigungs-Verhalten des Fahrers ansprechenden Umschalteneinrichtung ver-

sehen ist, die eine selbsttätige Umschaltung des Bremskraftverstärkers von einem für eine Zielbremsung bedarfsgerechten Wert des Verstärkungsfaktors auf einen höheren, für eine Vollbremsung bedarfsgerechten Wert des Verstärkungsfaktors mindestens für den Fall vermittelt, daß die Geschwindigkeit ϕ mit der der Fahrer das Bremspedal in der einleitenden Phase einer Bremsung betätigt, einen Schwellenwert ϕ_s überschreitet, wobei

a) der Bremskraftverstärker eine an den Ansaugstutzen des Fahrzeugmotors angeschlossene Unterdruckkammer und eine gegenüber dieser durch einen Antriebskolben beweglich begrenzte Antriebskammer hat, die über ein als Proportionalventil wirkendes Steuerteil, das mittels des Bremspedals betätigbar ist, in Proportionalität zu der auf das Bremspedal ausgeübten Steuerkraft mit einem höheren als dem in der Unterdruckkammer herrschenden Druck beaufschlagbar ist,

b) das Steuerteil ein mit dem Antriebskolben fest verbundenes und mit diesem axial verschiebbares Ventilgehäuse und einen in diesem axial verschiebbaren, einen Ventilkörper bildenden Reaktionskolben hat, der in der durch die Steuerkraft und die bei Betätigung des Hauptzylinders resultierende Reaktionskraft markierten Richtung des Kraftflusses durch Betätigung des Bremspedals relativ zu dem Gehäuse verschiebbar ist und

c) der Reaktionskolben an einer zur Übertragung der durch die Druckbeaufschlagung des Antriebskolbens entfalteten Betätigungskraft auf den Hauptzylinder vorgesehenen Druckstange über ein mindestens in axialer Richtung nachgiebiges Reaktionselement abgestützt ist, das auf den Reaktionskolben eine der Steuerkraft entgegengesetzt gerichtete Reaktionskraft ausübt, die einen definierten, durch den Reziprokwert des im Zielbremsbetrieb wirkenden Verstärkungsfaktors des Bremskraftverstärkers gegebenen Bruchteil der auf den Hauptzylinder wirkenden Betätigungskraft entspricht,

dadurch gekennzeichnet, daß in dem vom Bremspedal (19) über den Reaktionskolben (58) des Steuerteils (41), das Reaktionselement (54) sowie den Antriebskolben (37) des Bremskraftverstärkers (18) zum Hauptzylinder (17) führenden, axialen Kraftübertragungsstrang für die Steuer- und Betätigungskräfte sowie für die aus der Betätigung des Hauptzylinders (17) resultierende Reaktionskraft, die dem Fahrer die Rückmeldung über den Funktionszustand der Bremsanlage (10) vermittelt, in mechanischer Parallelschaltung zu einem nachgiebigen Übertragungselement (125; 54; 174) ein starres Kraftübertragungselement (99; 99'; 99''; 179) vorgesehen ist, dem für den Zielbremsbetrieb eine in den Kraftübertragungsstrang eingerückte Position als Grundstellung zugeordnet ist, in der es die Funktion eines Distanzstückes (99; 99'; 99''; 179) zwischen zwei in Kraftschlußrichtung aufeinanderfolgenden Elementen des Kraftübertragungsstranges vermittelt, und daß eine Umschalteneinrichtung (92; 92'; 92''; 92''') für das Distanzstück (99; 99'; 99'', 179) vorgesehen ist, die auf das Überschreiten des Schwellenwertes ϕ_s der Pedalbetätigungsgeschwindigkeit anspricht und hierauf das Distanz-

stück (99; 99'; 99''; 179) aus seiner Stützposition ausrückt und hierdurch einen Verschiebeweg freigibt, innerhalb dessen der Reaktionskolben (58) des Steuerteils (41) gegen eine reduzierte Rückstellkraft im Sinne einer Druckaufbau-Steuerung des Steuerteils (41) verschiebbar ist.

2. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 1 mit einer zentral am Antriebskolben des Bremskraftverstärkers angeordneten, elastisch nachgiebig ausgebildeten Scheibe als Reaktionselement, an dessen einer Seite die Druckstange axial abgestützt ist, und an dessen gegenüberliegender Seite der Reaktionskolben abgestützt ist, wobei dieser an seinem der Reaktionsscheibe zugewandten Stützende eine konvexe Wölbung hat, die bei einer pedalkraft-gesteuerten Verschiebung des Reaktionskolbens mit einem zunehmenden Betrag ihrer Fläche an der Scheibe, an dieser sich axial abstützend, angreift und der Betrag der diese Abstützfläche koaxial umgebenden Ringfläche der Scheibe, an der sich die Druckstange mit einem radialen Stützflansch abstützt, deutlich, d. h. um etwa den dem Zielbremsbetrieb zugeordneten Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers größer ist als die maximale Querschnittsfläche, mit der der Reaktionskolben an der Gegenseite der Scheibe abstützbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionskolben (58; 58'; 58'') und/oder die Druckstange (27, 56) mehrteilig ausgebildet ist/sind und je ein erstes Kolbenelement (58') bzw. ein erstes Flanschelement (56'') haben, durch das eine Mindestfläche bestimmt ist, mit der der Reaktionskolben (58; 58'; 58'') bzw. die Druckstange (27, 56'') an der Reaktionsscheibe (54) abstützbar ist/sind sowie ein zweites Kolbenelement (58'') bzw. zweites Flanschelement (56'), das in der dem Zielbremsbetrieb zugeordneten Grundstellung des Reaktionskolbens (58; 58'; 58'') bzw. der Druckstange (27, 56') mit dem ersten Kolbenelement (58') bzw. ersten Flanschelement (56'') starr bewegungsgekoppelt ist und zusammen mit diesem in der an der Reaktionsscheibe (54) angreifenden Position gehalten ist und in der dem Vollbremsbetrieb zugeordneten Funktionsstellung der Umschalteneinrichtung (92; 92'; 92''; 92''') mindestens innerhalb eines begrenzten axialen Verschiebebereiches frei oder gegen einen geringen Widerstand beweglich ist.

3. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (56), mit dem die Druckstange (27) axial an der Reaktionsscheibe (54) abgestützt ist, zweiteilig ausgebildet ist und ein äußeres, ringförmiges Flanschelement (56') hat, das an einem äußeren Ringflächenbereich (96) der Reaktionsscheibe (54) permanent abgestützt ist, sowie ein zentrales, kreisscheibenförmiges Flanschelement (56''), das in der dem Zielbremsbetrieb der Bremsanlage zugeordneten Funktionsstellung der Umschalteneinrichtung (92; 92'; 92'') starr an der Druckstange (27) abgestützt und in großflächiger Anlage mit der Reaktionsscheibe (54) gehalten ist und in der dem Vollbremsbetrieb der Bremsanlage (10) zugeordneten Funktionsstellung der Umschalt-Einrichtung (92; 92'; 92'') relativ zu der Druckstange (27) axial beweglich gehalten und gegen eine allenfalls geringe Rückstellkraft verschiebbar ist.

4. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zentrale kreis-

scheibenförmige Flanschelement (56'') einen axialen Stößel (121) hat, der, in eine zentrale Längsbohrung (119) der Druckstange (27) hineinragend, in dieser gleitend verschiebbar geführt ist und an einem in einer Querbohrung (98) radial bezüglich der zentralen Längsachse (51) des Steuerteils (41) verschiebbar geführten Distanzstück (99) abstützbar ist, wobei das kreisscheibenförmige Flanschelement (56'') in der durch Abstützung an dem Distanzstück (99) bedingten Position in großflächiger Anlage mit der Reaktionsscheibe (54) gehalten ist, und daß das Distanzstück (99) durch Aktivierung der elektrisch ansteuerbaren Umschalteneinrichtung (92) aus seiner Abstützposition ausrückbar ist.

5. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Distanzstück (99) als Anker eines Steuermagneten (97) ausgebildet ist, dessen Steuerwicklung (104) in koaxialer Anordnung mit der zentralen Achse (101) der Querbohrung (98) der Druckstange (27) seitlich an dieser befestigt ist.

6. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Distanzstück (99) eine zur zentralen Achse (101) der Querbohrung (98) schräg verlaufende, ebene freie Stirnfläche (123) hat und mit stößelseitig zur zentralen Achse (51) des Steuerteils (41) hin geneigt verlaufender Orientierung dieser Stirnfläche (123) drehfest in der Querbohrung (98) verschiebbar ist.

7. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abstützposition des Distanzstückes (99) der Abstand (h) des Abstützpunktes des Stößels (121) vom stößelnahen Rand der schrägen Endstirnfläche (123) des Distanzstückes (99) einem kleinen Bruchteil von 1/10 bis 1/3 des maximalen Auslenkungshubes des Distanzstückes (99) entspricht, und daß dieses über eine Rückstellfeder (108) an dem Gehäuse (106) des Steuermagneten (97) abgestützt ist, deren Federweg größer ist als der allein durch Erregung der Steuerwicklung (104) erzielbare Auslenkungshub.

8. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende des Stößels (121) kugelkalottenförmig ausgebildet ist oder die Form eines Kegels hat, dessen freies Ende kalottenförmig gestaltet ist und dessen Kegelwinkel dem doppelten Wert des Neigungswinkels entspricht, unter dem die schräge Stirnfläche (123) des Distanzstückes zur zentralen Achse (51) des Steuerteils (41) geneigt verläuft.

9. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere ringförmige Flanschelement (56') durch das der Reaktionsscheibe (54) zugewandte freie Ende des Mantels (154) eines topfförmig gestalteten, mit der Druckstange (27) fest verbundenen Flanschteils oder durch einen von diesem Mantelende radial abstehenden Ringflansch gebildet ist, das als Distanzstück (99') ein kreiszylindrisch-blockförmiges Teil vorgesehen ist, das innerhalb des topfförmigen Flanschteils (56') gegenüber diesem axial unverrückbar, jedoch um dessen zentrale Längsachse (51) drehbar gelagert ist, daß das kreisscheibenförmige Flanschelement (56'') innerhalb des topfförmigen Flanschteils (56') in axialer Richtung geführt verschiebbar ist, daß das kreisscheibenförmige Flanschteil (56') und das Distanzstück (99') an ihren einander zugewandten Stirnseiten mit komplexen-

tär gestalteten Profilierungen versehen sind, deren Profiltiefen (h) mindestens demjenigen Verschiebeweg entsprechen, um den der Reaktionskolben (58) gegenüber dem Gehäuse (39) des Steuerteils (41) verschoben werden muß, um eine höchstmögliche Druckbeaufschlagung der Antriebskammer (34) des Bremskraftverstärkers (18) zu erzielen, und daß das Distanzstück (99') durch Ansteuerung eines elektrischen Stellantriebes (134) aus einer Grundstellung mit definierter, von der Orientierung der Profilierung des kreisscheibenförmigen Flanschteils (56'') verschiedener Orientierung in eine Position drehbar ist, in der die Orientierungen beider Profilierungen identisch sind.

10. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierungen durch mindestens eine radial verlaufende Nut (139) und eine radial verlaufende Rippe (142) gebildet sind.

11. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 3, wobei das ringförmige Flanschelement (56') topfförmig gestaltet ist und seine Abstützfläche, mit der es an der Reaktionsscheibe (54) axial abgestützt ist, durch die freie Ringstirnfläche des Topfmantels oder die Ringfläche eines radial von dem Topfmantel abstehenden Stützflansches gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des topfförmigen Flanschelements eine rohrförmige Hülse (99'') als Distanzstück drehbar, jedoch axial unverrückbar gelagert ist, daß diese Hülse (99'') das zentrale, kreisscheibenförmige Flanschelement (56''), das axial verschiebbar ist, auf einem Abschnitt seiner Länge, der größer ist als der axiale Verschiebeweg des kreisscheibenförmigen Flanschelements (56'') koaxial umschließt und mit mindestens einer langlochförmigen Kulissenöffnung (152) versehen ist, die sich, in der Abwicklung des Hülsemantels (154) gesehen, auf dem größten Teil ihrer Länge unter 45° schräg zur Längsachse (51) des Steuerteils (41) verläuft und an einem der Reaktionsscheibe (54) zugewandten, kurzen Endabschnitt (132') rechtwinklig zur Längsachse (51) des Steuerteils (41) verläuft, daß das kreisscheibenförmige Flanschelement (56'') mit einem radialen Zapfen (153) versehen ist, der mit der Kulissenöffnung (152) in Eingriff steht und daß das kreisscheibenförmige Flanschelement (56'') mittels mindestens eines außers axialen Führungszapfens (149), der in eine Sackbohrung (151) der Druckstange (27) hineinragt, gegen ein Verdrehen innerhalb des hülsenförmigen Distanzstückes (99'') gesichert ist.

12. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Stellantrieb für das drehbare Distanzstück (99'; 99'') ein Schrittmotor (134) vorgesehen ist, dessen Stator (136) und dessen Rotor (133) radial außerhalb der Druckstange (27) bzw. des topfförmigen Flanschelements (56') angeordnet ist, wobei der Rotor (133) mit dem drehbaren Distanzstück (99'; 99'') über in Drehrichtung gesehen nur wenig ausgedehnte Speichenstücke (131) drehfest verbunden ist, die durch radiale Schlitz (132) des das drehbare Distanzstück (99'; 99'') umgebenden Mantelteils (154) austreten, deren in Drehrichtung gemessene, azimutale Weite um den Winkelbetrag größer ist, um den das Distanzstück (99'; 99'') verdrehbar sein muß, damit das kreisscheibenförmige Flanschelement (56'') in axialer Richtung um den erforderli-

chen Hub (h) gegenüber dem ringflanschförmigen Kolbenelement (56') verschiebbar ist.

13. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 12, wobei eine zweiteilige Reaktionskolben-Anordnung vorgesehen ist, die ein zentral an der Reaktionsscheibe angreifendes erstes Reaktionskolbenelement umfaßt, an dem der Pedalstößel angreift sowie ein zweites, als Ringkolben ausgebildetes Reaktionskolbenelement, das mit einem dezentralen Flächenbereich, an dem das erste Reaktionskolbenelement an der Reaktionsscheibe angreift, koaxial umgebenden Endstirnfläche an der Reaktionsscheibe axial abgestützt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Reaktionskolbenelement (58') und das zweite Reaktionskolbenelement (58'') in einem axialen Abstand voneinander angeordnete, einander gegenüberliegende Stirnflächen (159 und 173) haben, die die axial beweglichen Begrenzungen eines Ringspaltes (182) bilden, von dessen radial äußerem Bereich eine Rückstellfeder (174) aufgenommen ist, die an den beiden Reaktionskolbenelementen (58', 58'') axial abgestützt und auf eine maximale Rückstellkraft ausgelegt ist, die deutlich, d. h. um einen Faktor zwischen 2 und 6 kleiner ist als die an dem zweiten Reaktionskolbenelement (58'') bei einer Bremsung maximal wirksame Reaktionskraft, daß das erste Reaktionskolbenelement (58') eine radiale Bohrung (178) hat, in der ein Distanzstück (179) radial verschiebbar geführt ist, das zwischen einer radial äußeren Endstellung, in der es mit einem kurzen Endabschnitt in den radial inneren Bereich des Ringspaltes (182) hineinragt, und einer radial inneren Endstellung, in der es vollständig in das erste Reaktionskolbenelement (58') eingetaucht ist, durch den Steuermagneten (97') der Umschalteneinrichtung (92''') selbsttätig gesteuert verschiebbar ist, daß, gesehen in der dem nicht betätigten Zustand der Bremsanlage entsprechenden Grundstellung des Distanzstückes (179) sein lichter Abstand von der Ringstirnfläche (173) des zweiten Reaktionskolbenelements (58''), mit der es bei einer Bremsenbetätigung in seiner ausgerückten Position zur Anlage kommen kann, einem gegen geringe Reaktionskraft ausführbaren Anfangshub des ersten Reaktionskolbenelements (58') relativ zu dem zweiten Reaktionskolbenelement (58'') entspricht, und daß der in der eingerückten Position des Distanzstückes (179) freigegebene Bereich möglicher Verschiebewege des ersten Reaktionskolbenelements (58') gegenüber dem zweiten Reaktionskolbenelement (58'') mindestens annähernd so groß bemessen ist, daß allein durch Verschiebung des erstenn Reaktionskolbenelements (58') der Aussteuerpunkt des Bremskraftverstärkers (18) erreichbar ist, ab welchem die Zunahme der auf den Hauptzylinder (17) übertragenen Betätigungskraft (K_B) der Zunahme der Steuerkraft (K_S) entspricht, welche auf das erste Reaktionskolbenelement (58') ausgeübt wird.

14. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Distanzstück (179) als kolbenförmiger Anker eines als Betätigungseinrichtung vorgesehenen Steuermagneten (97') ausgebildet ist, durch dessen Bestromung der Anker in das erste Reaktionskolbenelement (58') gegen die Wirkung einer Rückstellfeder (181) einrückbar ist, die den Anker in seine durch Anschlagwirkung markierte ausgerückte Position drängt.

15. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Reaktionskolbenelement (58') drei Kolbenstufen (156, 157, 158) unterschiedlichen Durchmessers hat, wobei diejenige Kolbenstufe (156), an der unmittelbar der Pedalstößel (33) angreift, den größten und die an der Reaktionsscheibe (54) unmittelbar abgestützte Kolbenstufe (158) den kleinsten Durchmesser hat, daß der Steuermagnet (97') der Umschalteneinrichtung (92''') innerhalb der mittleren Kolbenstufe (157) angeordnet ist, und daß das zweite Reaktionskolbenelement (58'') als zweistufiger Ringkolben mit zwei zylindrisch-rohrförmigen Stufen (162, 163) ausgebildet ist, wobei die dem Durchmesser nach kleinste Kolbenstufe (158) des ersten Reaktionskolbenelements (58') in der kleineren Stufe (162) des Ringkolbens und die mittlere Kolbenstufe (157) des ersten Reaktionskolbenelements (58') in der größeren Stufe (163) des zweiten Reaktionskolbenelements (58'') gleitend verschiebbar angeordnet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

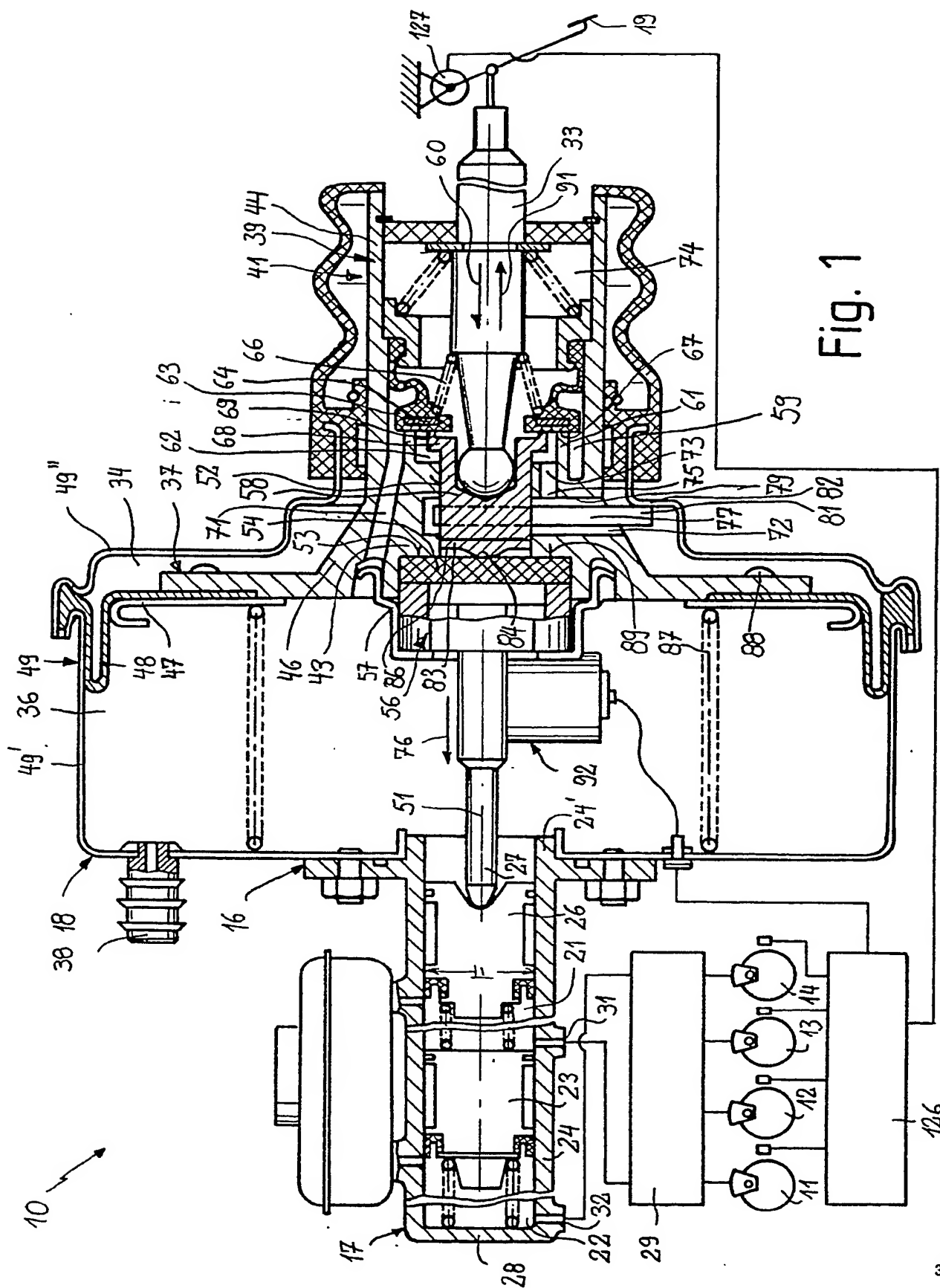


Fig. 1

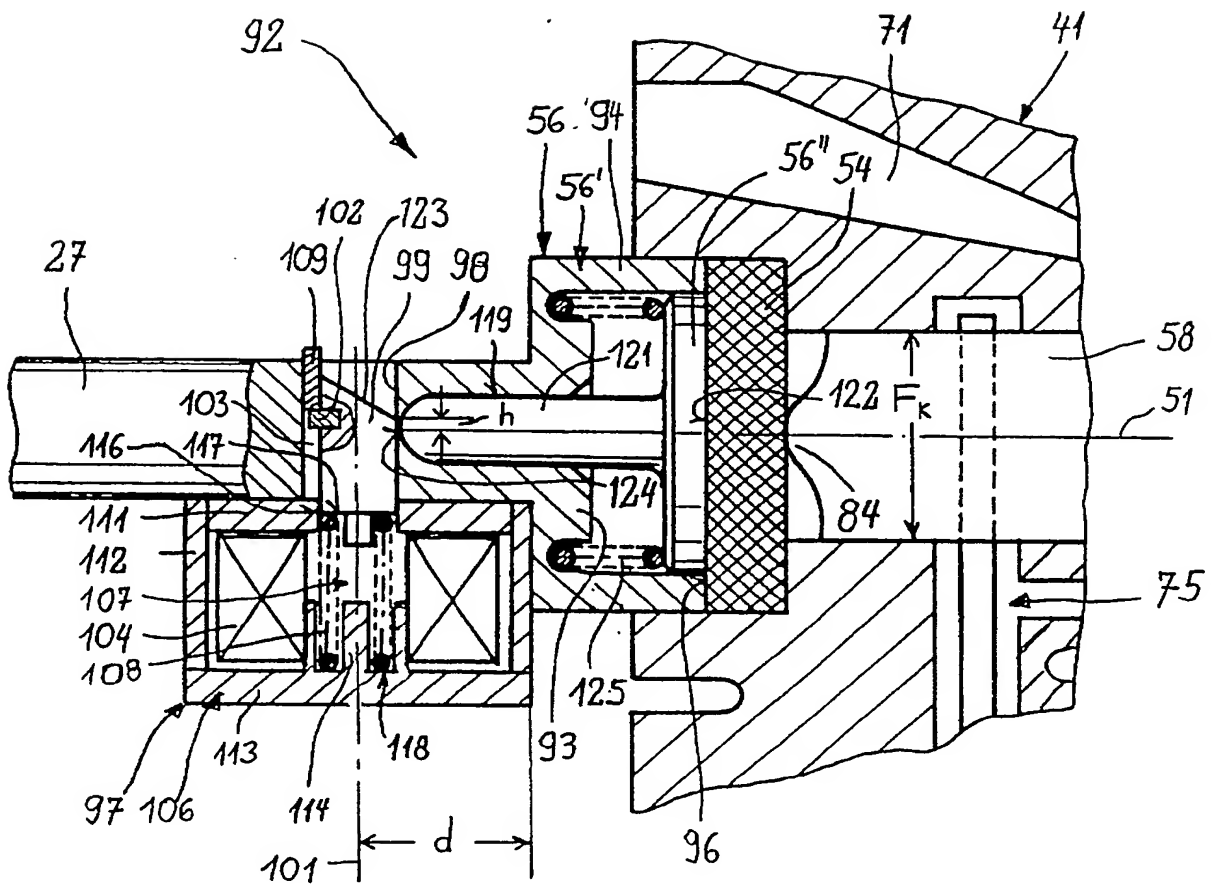
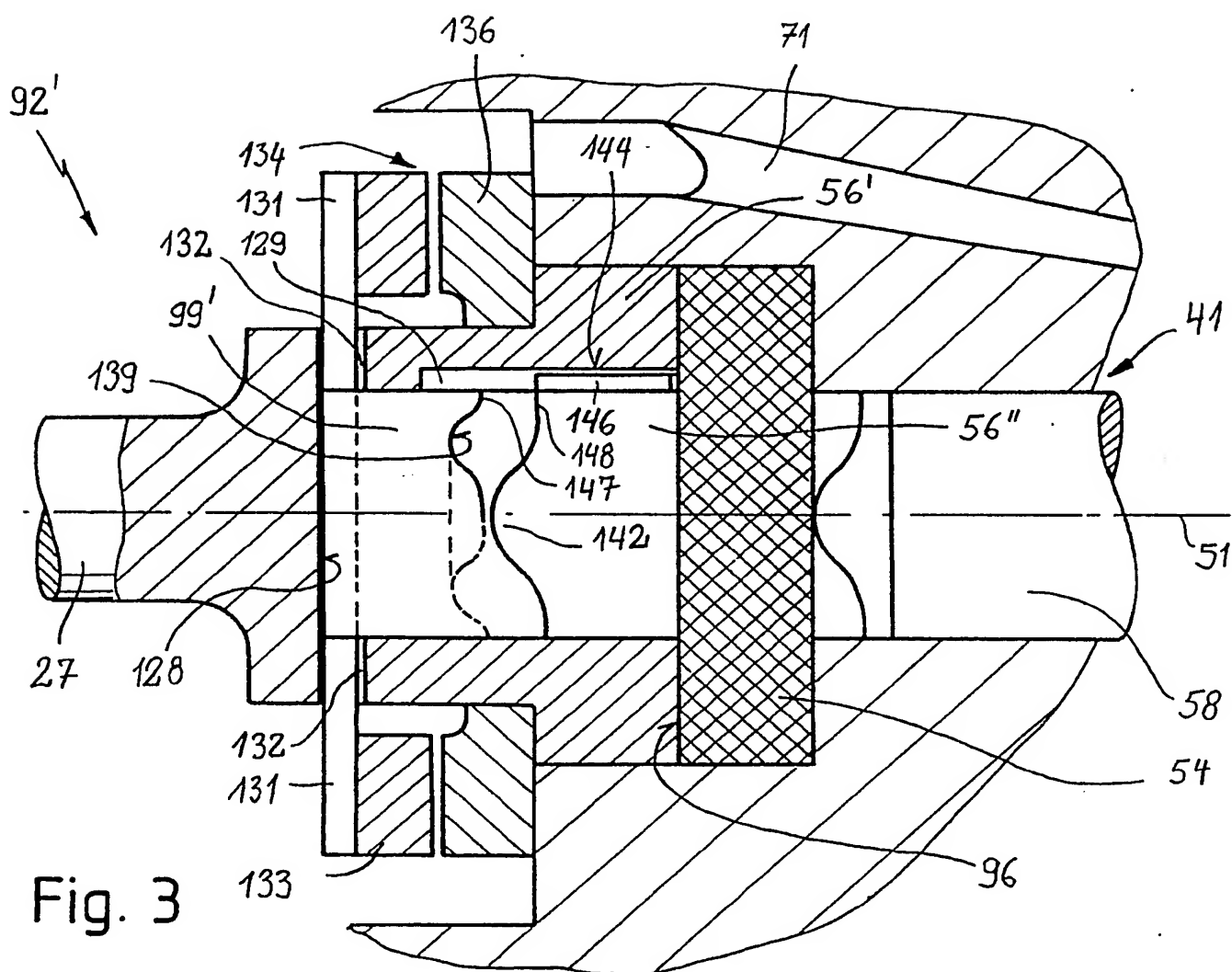


Fig. 2



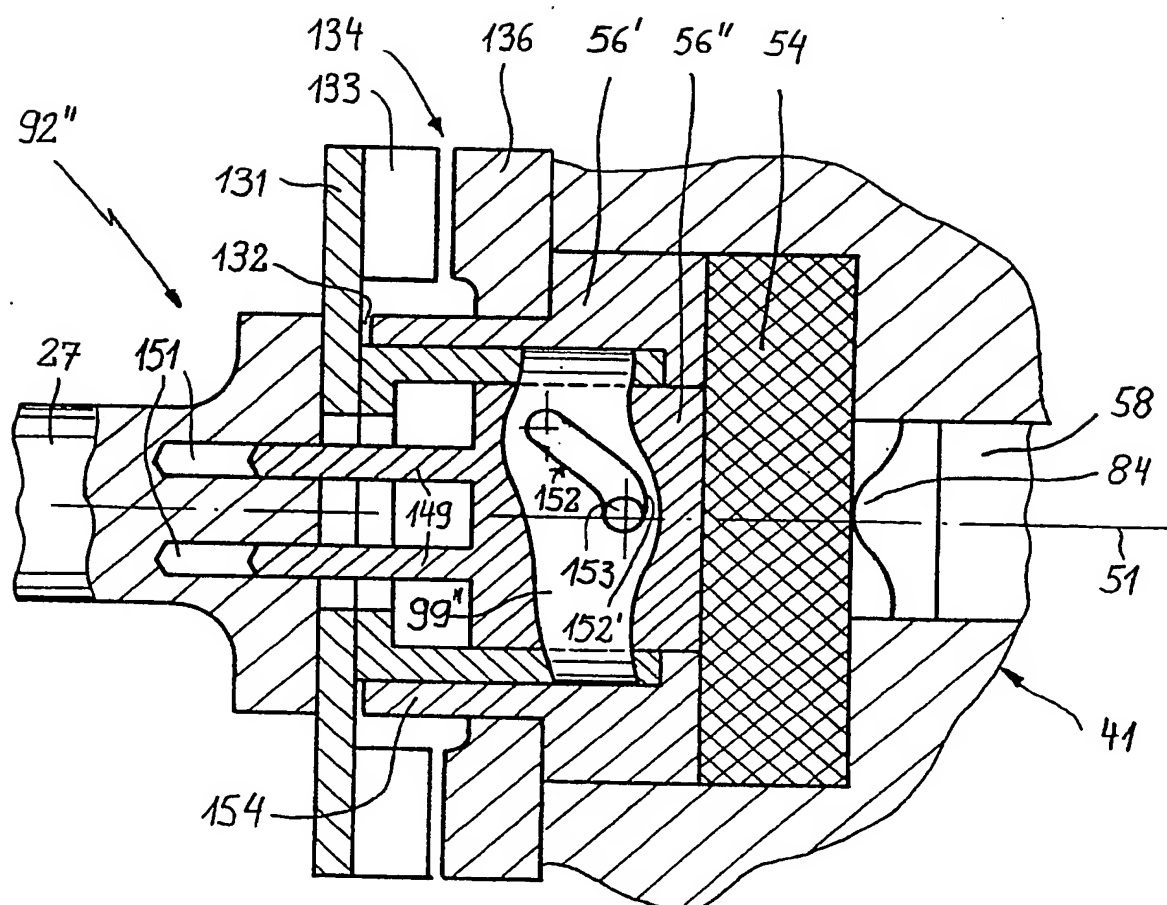
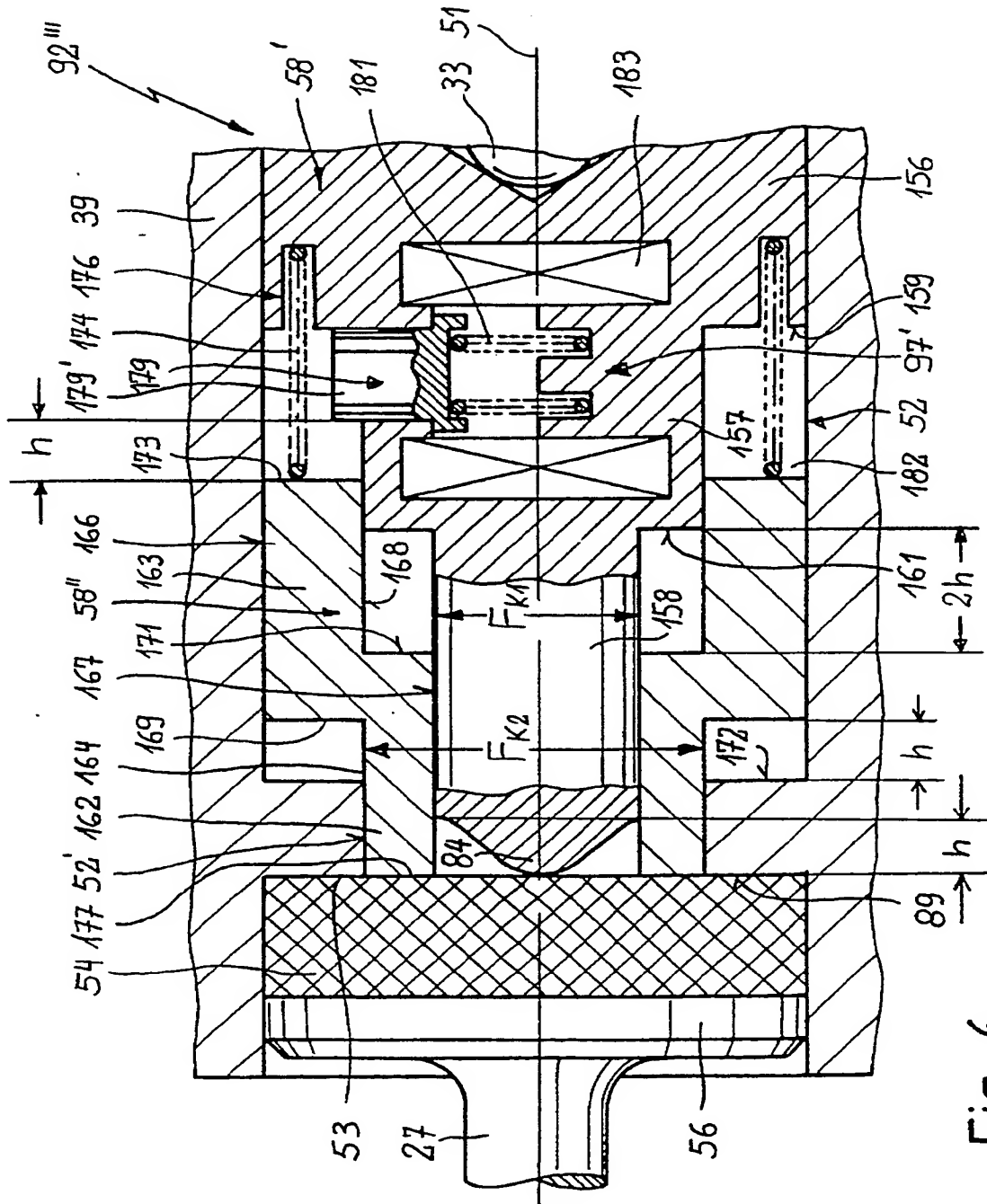


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)